

Antti Lamminpää

LÄÄKINTÄTILOJEN KUNNOSSAPITOTARKASTUKSIEN TOIMINTAOHJE

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2017

Lääkintätilojen kunnossapitotarkastuksien toimintaohje

Lamminpää, Antti
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2017
Sivumäärä: 41
Liitteitä: 5

Asiasanat: lääkintätila, kunnossapito, tarkastus, sähköasennus

Työssä tutkittiin SFS 6000-7-710-standardin velvoittavia lääkintätiloissa suoritettavia kunnossapitotarkastuksia. Työn tilasi Suomen Sähkökunnossapito Oy. Työssä tutkittiin kunnossapitotarkastusten suorittamista yleisellä tasolla ja se pyrittiin tekemään kaikkiin kohteisiin sopivaksi. Raportissa käsiteltiin tarkastettavia laitteita ja kohteita. Lopuksi laadittiin ohje, jonka pohjalta voidaan suorittaa velvoitetut kunnossapitotarkastukset lääkintätiloissa. Tarkastuksien suorittamisen pohjana käytettiin pitkälti ST-kortistoa ja SFS 6000-standardia. Lopputulokseksi saatiin yleinen ohjeistus lääkintätilojen kunnossapitotarkastusten suorittamiseksi. Itse ohjeistus on tämän raportin liitteenä.

Maintenance inspections in medical facilities

Lamminpää, Antti

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

April 2017

Number of pages: 41

Appendices: 5

Keywords: medical facilities, maintenance, inspection, electrical installation

The purpose of this thesis was to create directive for maintenance inspections in medical facilities. Thesis was ordered by Suomen Sähkökunnossapito Oy. In this thesis was studied how to accomplish electric inspections on a general level. Inspections were made to include all varying medical facilities. First in report was studied theory of the object of the inspections. After that directive, which covers the inspections was created. Inspections are mainly based on ST-card index and SFS 6000-standard. Result was a general directive on how to accomplish electrical maintenance inspections in medical facilities. Directive is attached at the end of this report.

SISÄLLYS

1	LÄÄKINTÄTILAT	6
1.1	Ryhmä 0 (G0)	6
1.2	Ryhmä 1 (G1)	6
1.3	Ryhmä 2(G2)	7
2	KUNNOSSAPITOTARKASTUKSET	7
2.1	Määräystausta	7
2.1.1	Yleistä	9
2.1.2	Lääkintätilojen kunnossapitotarkastukset.....	10
2.2	Kunnossapitotarkastusten pöytäkirja	11
3	TARKASTETTAVIEN KOHTEIDEN TEORIA	12
3.1	Syötönvaihtoautomaatiikka	12
3.2	Eristystilan valvontalaitteet ja lääkintä IT-järjestelmä	13
3.2.1	Lääkintä IT-Järjestelmä	13
3.2.2	Eristystilan valvona	16
3.2.3	Ylikuormituksen valvonta	17
3.2.4	Lääkintä IT-Järjestelmän muuntaja	17
3.3	Suojalaitteet ja niiden asettelu	18
3.3.1	Selektiivisyys	18
3.3.2	Aikaselektiivisyys	18
3.3.3	Virtaselektiivisyys	19
3.3.4	Suuntaselektiivisyys	19
3.3.5	Vyöhykeselektiivisyys ja lukitussuojaus	20
3.4	Maadoitus	20
3.4.1	Suojamaadoitus	21
3.4.2	Potentiaalintasaus	22
3.4.3	Pääpotentiaalintasaus.....	22
3.4.4	Lisäpotentiaalintasaus	23
3.4.5	Liitokset	26
3.5	Varavaimajärjestelmät	27
3.5.1	Yleiset vaatimukset ryhmien 1 ja 2 varavaimajärjestelmien teholähteille	29
3.5.2	Varavaimaverkon erityisvaatimuksia	30
3.5.3	UPS-järjestelmät	31
3.6	Vikavirtasuojaus	32
3.6.1	VVSK:n toiminta	32

3.6.2	Vikavirtasuojakytkimia koskevat määräykset	33
3.7	Vikavirtavalvontajärjestelmä	34
4	TARKASTUSTEN SUORITTAMINEN.....	35
4.1	Syötönvaihtoautomaatiikka	35
4.2	Eristystilan valvontalaitteet ja lääkintä IT-järjestelmä muuntajan ylikuormitusvalvontalaitteiden toimintakoe	35
4.3	Suojalaitteet ja niiden asettelu	36
4.4	Potentiaaalintasaukset	36
4.4.1	Lisäpotentiaaalintasauksen mittaus	36
4.4.2	Potentiaaalintasauksen liitosten tarkastus	37
4.5	Varavoimajärjestelmät	38
4.6	Vikavirtasuojaus	38
4.7	Vikavirtavalvontajärjestelmä	38
5	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	

1 LÄÄKINTÄTILAT

Lääkintätilat ryhmitellään sen mukaan, miten sähkökäyttöisiä lääkintälaitteita käytetään. Tilat on jaettu kolmeen ryhmään 0, 1 ja 2 /1, s. 4-5/. Lääkintätiloiksi lasketaan mm. sairaalat, klinikat, parantolat, terveysklinikat, vanhainkodit ja vanhustentalojen tilat (joissa potilaille annetaan lääketieteellistä hoitoa), terveysasemat, avohoitoklinikat ja tapaturmaklinikat /1, s.2/. Lääkintätilojen ryhmittely ja varavoimajärjestelmien syöttöjen luokittelu pitää tehdä yhteistyössä lääkintähenkilökunnan ja lääkinnällisestä turvallisuudesta vastaavan henkilön tai henkilöiden kanssa. Lääkintätilan ryhmittelyn määrittelemiseksi on tarpeen, että lääkintähenkilökunta kertoo mitä lääkinnällisiä toimenpiteitä tilassa tehdään. Tilan ryhmittely pitää tehdä aiotun käytön mukaisesti /1, s. 7/.

1.1 Ryhmä 0 (G0)

Ryhmä G0 tarkoittaa tilaa, jossa ei ole tarkoitus käyttää mitään sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntäosia, ja jossa syötön keskeytys (vika) ei voi aiheuttaa välitöntä hengenvaaraa /1, s. 4/. Ryhmä käsittää ne muut tilat, jotka eivät ole ryhmän 1 tai 2 tiloja.

1.2 Ryhmä 1 (G1)

Ryhmä 1 (G1) tarkoittaa lääkintätilaa, jossa sähkönsyötön keskeytys (esim. syötön poiskytkentä vian takia) ei aiheuta välitöntä uhkaa potilaan turvallisuudelle, ja sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden liityntäosia on tarkoitus käyttää joko ihon ulkoisesti tai ihon sisäisesti mihin tahansa kehon osaan, ellei kyseessä ole ryhmä 2 soveltamisalue /1, s. 4/.

1.3 Ryhmä 2(G2)

Ryhmä 2 tarkoittaa Lääkintätilaa, jossa sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden liityntäosia on tarkoitus käyttää sellaisiin sovelluksiin, kuin: sydämenläheisiin toimintoihin, tai leikkaussalikäyttöön tai tehohoitoon, joissa sähkönsyötön keskeytys (vika) voi aiheuttaa välittömän vaaran potilaalle /1, s. 5/.

2 KUNNOSSAPITOTARKASTUKSET

2.1 Määräystausta

Sähkölaitteiston haltijan on käytäessään ja hoitaessaan hallitsemaansa sähkölaitteistoa huolehdittava sähkölaitteiston käytön häiriöttömyydestä sekä siitä, että suojaus sähköiskulta ja palovaaralta säilyy. Sähkölaitteiston haltija voi vastata näiden velvoitteiden toteutumisesta tarkkailemalla sähkölaitteiston kuntoa säännöllisillä tai jatkuvilla silmämääräisillä katselmuksilla sekä tarpeen niin vaatiessa mittauksin ja testauksin. Tämän vuoksi on määrätty, että niitä sähkölaitteiston suoja-, turva- ja vastaavien järjestelmien laitteistonosia varten, jotka vaativat määrävälein tehtävää huoltoa, on laadittava ennalta hoito- ja kunnossapito-ohjelma /2, s. 1/. Hoito- ja kunnossapito-ohjelmat sisältävät haltijan toimesta tehtävät määräaikaaisesti suoritettavat silmämääräiset katselmukset sekä niihin liittyvät tarvittavat mittaukset, testaukset ja muut toimenpiteet /2, s. 2/.

Sähkölaitteistot jaetaan niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten osalta luokkiin seuraavasti:

1) luokan 1 sähkölaitteisto:

- a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa;
- b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3;

2) luokan 2 sähkölaitteisto:

c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja;

d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovolttiampeeria.

3) luokan 3 sähkölaitteisto:

c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko.

Sähkölaitteistoluokitusta ei sovelleta viestintäverkkojen, hissien, ilma-alusten eikä maa- ja vesikulkuneuvojen sähkölaitteistoihin /3, §44/.

Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan. Kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä aiheutuvat tarpeet. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla /3, §48/.

Sähkölaitteistojen suoja-, turva- ja vastaavien järjestelmien määrävälein tehtävää huoltoa vaativia laitteiston osia varten on laadittava ennalta hoito- ja kunnossapito-ohjelma /1, s. 3/.

Sähkölaitteiston haltijan on siis käyttäessään ja hoitaessaan hallitsemaansa sähkölaitteistoa huolehdittava siitä, että suojaus sähköiskulta ja palovaaralta säilyy. Muina tavoitteina ovat taloudelliset ja toiminnalliset hyödyt kuten

- sähkölaitteiston häiriöttömän ja suunnitellun toiminnan varmistaminen
- huollot ja kunnossapitotoimien ajoittaminen sopiviin ajankohtiin
- käyttökeskeytysten väheneminen
- huoltokustannusten hallinta
- laitteiden eliniän piteneminen
- energian kulutuksen suunnitelmallinen seuranta.

Hoito- ja kunnossapito-ohjelma tulee laatia kohdekohtaisesti, ja sen pitää olla havainnollinen, helppotajuinen, käytännönläheinen ja yksiselitteinen. Tästä syystä sähkölaitteiston hoito- ja kunnossapito-ohjelmaan on välttämätöntä ottaa mukaan haltijalta edellytettävät silmämääräiset katselmukset sekä tarvittavat mittaukset ja testaukset. Lisäksi sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava, että havaitut viat ja puutteet poistetaan riittävän nopeasti /1, s. 3/.

Myös muut säädökset, kuten poistumistievalaistusta koskeva sisäasiainministeriön asetus (805/2005) edellyttävät kunnossapito-ohjelman laatimista poistumistievalaistukselle /4, s. 13/.

2.1.1 Yleistä

SFS 6000-6 ei suoraan määrittele erityisiä kunnossapitotarkastuksia tehtäväksi sähköasennuksista, vaan määrittelee seuraavasti:

Sähköasennuksen kunnossapitotarkastus on tehtävä vaadittaessa seuraavien kohtien mukaisesti. Jos mahdollista, edellisten tarkastusten pöytäkirjat ja suositukset on otettava huomioon.

SFS 6000-6 luvun mukaisesti on tehtävä vaadittaessa standardissa mainittujen kohtien mukaisesti. Jos mahdollista, edellisten tarkastusten pöytäkirjat ja suositukset on otettava huomioon. Kunnossapitotarkastus, johon kuuluu yksityiskohtainen asennuksen tutkiminen, tehdään purkamatta asennusta tai purkamalla vaadittaessa asennusta osittain. Tarkastusta täydennetään SFS 6000-61 luvun testeillä, joihin kuuluu vikavirtasuojien tarkastus, jolla osoitetaan, että standardissa määrätyt poiskytkentäajat täyttyvät. Tarkastukseen kuuluu myös mittauksia, joilla osoitetaan, että seuraavat asiat toteutuvat:

- a) Ihmisten ja kotieläinten suojaus sähköiskulta ja palovammoilta
- b) Suojaus asennuksen vikojen aiheuttamalta omaisuuden palo- ja lämpövaaralta
- c) Varmistuminen, ettei asennus ole vioittunut tai kulunut tai liitos löystynyt niin, että se pienentää turvallisuutta
- d) Asennuksen sellaisten vikojen ja SFS 6000 standardista poikkeamien tunnistaminen, jotka voivat lisätä vaaraa

Jos käytössä ei ole aikaisempia raportteja, voi olla tarpeen tehdä lisätutkimuksia.

Mittaus- ja tarkastuslaitteet ja menetelmät on valittava EN 61557-standardisarjan asianomaisen osan mukaisesti. Jos käytetään muita mittalaitteita, niiden ominaisuudet ja turvallisuustaso eivät saa olla huonompia /4, s. 13/.

2.1.2 Lääkintätilojen kunnossapitotarkastukset

Sähkölaitteiston rakentajan tai laitevalmistajan on annettava käyttäjälle käyttöohjeiden muodossa ohjeita tulossa olevista tarvittavista kunnossapitotarkastuksista. Kunnossapitotarkastusten menettelyt pitää tehdä yhteistyössä lääkinnällisen henkilökunnan kanssa, jotta potilaille aiheutuvat riskit voidaan minimoida /1, s. 18/.

Lääkintätiloille määrätään myös tarkempia ja velvoittavia kunnossapitotarkastuksia standardissa SFS 6000-7-710. Näille tarkastuksille on määritelty toimenpide ja määrävälejä, jolloin se on suoritettava. Alla on lueteltu vaaditut kunnossapitotarkastukset sekä niiden aikavälit.

- Syötönvaihtoautomaatiikan toimintakoe: 12kk
- Eristystilan valvontalaitteiden ja lääkintä IT-järjestelmän muuntajan ylikuormitusvalvontalaitteiden toimintakoe SFS 6000 standardin mukaisesti: 12kk
- Suojalaitteiden asettelun tarkastus silmämääräisesti: 12kk
- Lisäpotentiaalintasauksen mittaus: 6 vuotta
- Potentiaalintasauksen liitosten tarkastus: 6 vuotta
- Kuukausittainen toimintakoe: Polttomoottoreilla toteutetut varavoimajärjestelmät: kunnes saavutetaan käyttölämpötila.
- Akustoista syötetyille varavoimajärjestelmälle toimintakoe 12kk välein.
- Kuormituskoe (60min kaikissa tapauksissa on käytettävä vähintään 50...100% mitoitustehosta) polttomoottorilla syötetyille varavoimajärjestelmille 12kk välein.
- Kuormituskoe akustosta syötetyille varavoimajärjestelmille 3 vuoden välein tai valmistajan suositusten mukaisesti.
- Vikavirtasuojan toiminnan tarkastus IAN:n suuruisella vikavirralla: omalla testi-painikkeella yleisten vaatimusten mukaan, kuitenkin enintään 12kk välein, mittaamalla 6 vuotta.
- Vikavirtavalvontajärjestelmän toiminnan testaus ja tarvittaessa säätö: 6 vuotta

Jos suojajohtimien jatkuvuutta valvotaan jatkuvalla mittauksella, lisäpotentiaalintasaukseen käytettyjen suojajohtimien määräaikaismittauksen määräväli voi olla pitempi, esim. 12 vuotta.

Jos asennukset on tehty aikaisempien standardien (SFS 4372 tai SFS 6000-7-710 aikaisemmat painokset) mukaisesti, voidaan kunnossapitotarkastukset tehdä noudattaen tämän standardin menettelyjä ja määräaikoja /1, s. 19/.

Kun laaditaan hoito- ja kunnossapito-ohjelmaa sähkölaitteistoille, otetaan huomioon rakennuksen käyttötyypin asettamat vaatimukset ja käytön vaikutukset huolto- ja kunnossapitoajankohtiin. Sähköjärjestelmiin kohdistuva eriasteinen kuluminen ja rasitus aiheuttavat myös erityyppistä hoidontarvetta. Huoltojaksot sekä hoidon ja kunnossapidon vaativuustasot kannattaa arvioida tapauskohtaisesti erilaisten tekijöiden, kuten ympäristön tai käytön (asiakasturvallisuus, toiminta, likaisuus, palovaara, henkilömäärät yms.) aiheuttaman rasituksen mukaan. Mainituista syistä on tarkoituksenmukaista tehdä ohjelmaan esimerkiksi kolme tarvetasoa: erittäin vaativa, tavanomainen ja kevyt /5, s. 2/.

Kunnossapitotarkastusten aikaväli saattaa olla syytä pitää tiheämpänä kuin SFS 6000-7-710 velvoittavat aikavälit. ST-kortit 96.03.01-96.03.06 antavat ohjeistavia esimerkitarkastuksia sekä niiden ohjeistavat määräaikaivälit lääkintätiloissa suoritettaville tarkastuksille, joista osa on esitetty suoritettavaksi pienemmin aikavälein kuin SFS 6000-7-710 velvoittamat aikavälit ovat.

2.2 Kunnossapitotarkastusten pöytäkirja

Asennuksessa tai asennuksen osassa kunnossapitotarkastusten laajuus ja tulokset pitää kirjata ylös. Kaikki viat, vahingot, vaurioitumiset ja vaarallinen kunto pitää merkitä tarkastuspöytäkirjaan. Lisäksi pitää merkitä muistiin merkittävät poikkeamat tämän standardin mukaisista tarkastusmenettelyistä ja niiden syyt. Tarkastuksen tekijän pitää olla sähköalan ammattihenkilö. Kunnossapitotarkastusten raportissa pitäisi suositella tarkastuksen suorittajalle väliaikaa seuraavaan tarkastukseen. /4, s. 14/.

Asennusten kunnossapitotarkastuksesta on tehtävä tarkastuksen yksilöivä pöytäkirja, mikä sisältää yksityiskohdat tarkastuksen kohteena olevista asennuksista ja tarkastukseen liittyvistä rajoituksista. Pöytäkirjassa pitää lisäksi olla merkinnät tarkastuksista ja vioista (Kaikki viat, vahingot, vaurioitumiset ja vaarallinen kunto) sekä testausten tulokset. Kunnossapitotarkastuksen pöytäkirja voi sisältää suosituksia asennusten korjauksista ja parannuksista, kuten tarvittaessa asennuksen ajanmukaistamiseksi nykyisen standardin mukaiseksi. Kunnossapitotarkastuksen tarkastuspöytäkirja luovutetaan haltijalle tai hänen edustajalleen mahdollisimman pian tarkastuksen jälkeen. Mikäli tarkastuksessa kuitenkin havaitaan käyttöturvallisuuteen oleellisesti vaikuttavia puutteita, on näistä puutteista ilmoitettava välittömästi haltijalle, tarvittaessa kirjallisesti.

Tarkastuksesta vastaava henkilö tai henkilö, joka on valtuutettu toimimaan tarkastuksesta vastaavan puolesta, antaa kunnossapitotarkastuksen pöytäkirjan tarkastuksen tilaajalle. Tarkastuspöytäkirjaan pitää kirjata testien tulokset. Tarkastuksen tekijä allekirjoittaa tai muuten vahvistaa oikeaksi pöytäkirjat /4, s. 14/.

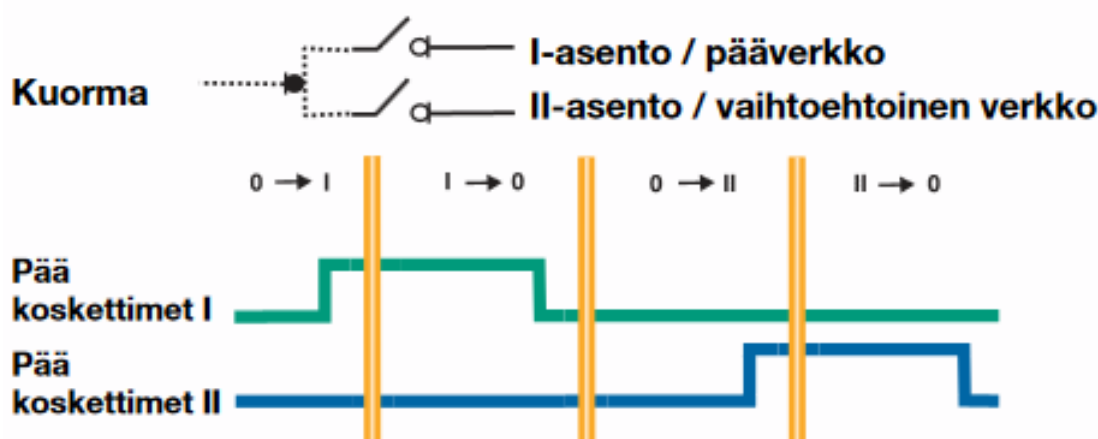
3 TARKASTETTAVIEN KOHTEIDEN TEORIA

3.1 Syötönvaihtoautomaatiikka

Tärkeiden järjestelmien varmennettua virransyöttöä ohjataan usein logiikkaohjatuilla laitteilla, jotka valvovat kytkentää, katkaisua ja erotusta. Joskus kuormia on siirrettävä syötöstä toiseen. Näin toimitaan, jos energiankäyttöä on rajoitettu, jos syöttö on ylikuormitettu tai jos virtalähdettä huolletaan /6, s. 4/.

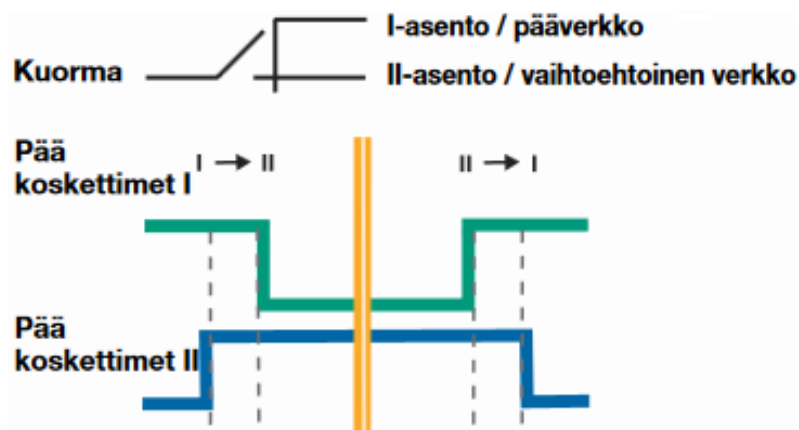
Vaihto pääsyötön ja korvaavan syötön välillä voidaan suorittaa manuaalisesti, kauko-ohjattuna tai automaattisesti. Automaattisesti ohjattua syötönvaihtoa käytetään mm. lääkintätiloissa ja turvajärjestelmissä /7, s. IV/.

Syötönvaihto voidaan toteuttaa, joko vaihtokytkimellä tai ohituskytkimellä. Näiden erona on se, että vaihtokytkimellä syöttöä vaihdettaessa kytkin käy OFF-asennossa, jolloin syöttö katkeaa hetkellisesti /6, s. 5/.



Kuva 1 Vaihtokytkimen toiminta /6, s. 30/

Ohituskytkin on ”kytkentä ennen katkaisua”-tyyppinen ratkaisu, jolla syöttö voidaan vaihtaa ilman katkoa /6, s. 5/.



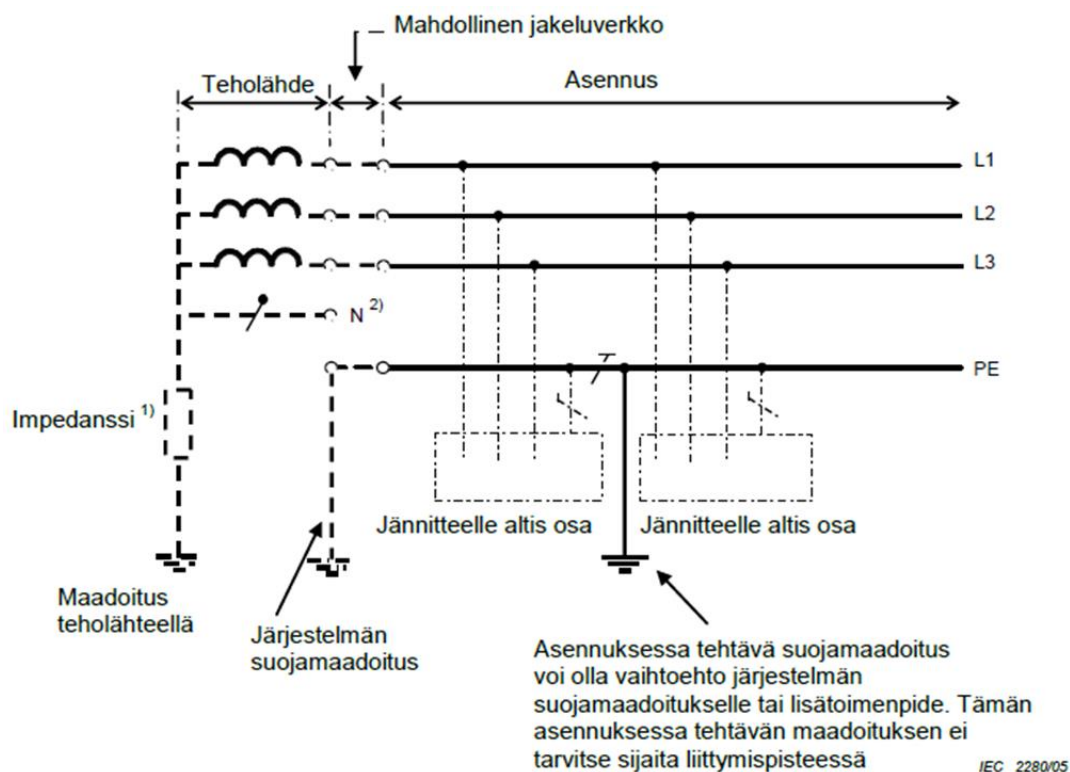
Kuva 2 Ohituskytkimen toiminta /6, s. 36/

Jos käytetään automaattisia syötönvaihtolaitteita, ne on järjestettävä niin, että syöttöjohtojen välinen erotus säilyy. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi varmistamalla, että kokonaistoiminta-aika (ensimmäisestä viasta kytkinlaitteenvalokaaren sammumiseen) on lyhyempi kuin automaattisen kytkentäjärjestelmän lyhyin viivästetty toiminta-aika. Tässä tapauksessa automaattisen syötönvaihtolaitteen ja sen jälkeisen ylivirtasuojan väliset kaapelit pitäisi asentaa oikosulun ja maasulun kestävästi. Automaattisen syötönvaihtolaitteen pitäisi olla EN 60947-6-1 mukainen /1, s. 14/.

3.2 Eristystilan valvontalaitteet ja lääkintä IT-järjestelmä

3.2.1 Lääkintä IT-Järjestelmä

IT-järjestelmässä kaikki jännitteiset osat on eristetty maasta tai yksi piste voi olla yhdistetty maahan impedanssin kautta. Sähkölaitteiston jännitteelle alttiit osat voidaan maadoittaa yhdessä tai erikseen tai maadoittaa yhdessä tai koota yhteisesti järjestelmän maadoitukseen. /8, s. 52/



Kuva 3 IT-järjestelmä /8, s. 52/

Asennuksessa voi olla PE:n lisämaadoituksia.

1) Järjestelmä voidaan kytkeä maahan riittävän suuren impedanssin kautta. Tämä kytkentä voidaan tehdä esim. nollapisteessä, keinotekoisessa nollapisteessä tai äärijohdissa.

2) Nollajohdin voi olla käytössä tai se ei ole käytössä /8, s. 52/.

IT-järjestelmässä jännitteiden osien on oltava erotettuja maasta tai kytketty maahan riittävän suuren impedanssin kautta. Tämä kytkentä voidaan tehdä joko järjestelmän nollapisteessä tai keskipisteessä tai keinotekoisessa nollapisteessä. Keinotekoinen nollapiste voi olla kytketty suoraan maahan, jos kokonaisnollaimpedanssi on riittävän suuri. Jos tähtipistettä ei ole, äärijohdin voidaan kytkeä suuren impedanssin kautta maahan. Yksittäisessä viassa vikavirta jännitteelle alttiiseen osaan tai maahan on pieni, eikä syötön automaattista poiskytkentää välttämättä tarvita, jos alla olevat ehdot täyttyvät. Kuitenkin siinä tapauksessa, että samanaikaisesti esiintyy kaksi vikaa, on ryhdyttävä toimiin henkilöihin kohdistuvan vaaran välttämiseksi. Ylijännitteiden pienentämiseksi ja jännitevärähtelyjen vaimentamiseksi voi olla tarpeellista tehdä maadoituksia impedanssien tai keinotekoisien nollapisteiden kautta. Tällaisten maadoitusten ominaisuuksien on sovittava yhteen asennuksen vaatimusten kanssa /9, s. 11/.

Jännitteelle alttiit osat on suojamaadoitettava erikseen, ryhmissä tai yhteisesti. Seuraavan ehdon pitää täyttyä:

Vaihtosähköjärjestelmissä: $R_A \times I_d \leq 50V$

Tasasähköjärjestelmissä: $R_A \times I_d \leq 120V$

missä:

R_A = jännitteelle alttiiden osien suojamaadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin resistanssin summa (Ω)

I_d = ensimmäisen vian vikavirta (A) äärijohtimien ja jännitteelle alttiin osan välillä, kun vikaimpedanssia ei oteta huomioon. Virran I_d arvoon vaikuttavat laitteiston vuotovirrat ja kokonaismaadoitusimpedanssi /9, s. 11/.

IT-järjestelmässä voidaan käyttää seuraavia valvonta- ja suojalaitteita: eristystilan valvontalaitteita, vikavirtavalvontalaitteita, eristysvian ilmaisujärjestelmiä, ylivirtasuojia, vikavirtasuojia /9, s. 11/.

Kun IT-järjestelmää käytetään syötön jatkuvuuden takia, on käytettävä eristystilan valvontalaitetta ilmaisemaan ensimmäistä vikaa jännitteisestä osasta jännitteelle alttiiseen osaan tai maahan. Eristystilan valvontalaitteen pitää antaa äänihälytys ja/tai näkyvä hälytys, joka pitää säilyä niin kauan kuin vika on olemassa. Jos käytetään sekä äänihälytystä että näkyvää hälytystä, äänihälytyksen voi kytkeä pois /9, s. 11/.

Jos suojalaite ei kytke syöttöä pois ensimmäisen vian sattuessa, voidaan käyttää vikavirtavalvontalaitetta tai eristysvian ilmaisujärjestelmää ilmaisemaan jännitteisestä osasta jännitteelle alttiiseen osaan tai maahan tapahtuvaa ensimmäistä vikaa. Laitteiden pitää antaa äänihälytys ja/tai näkyvä hälytys, joka pitää säilyä niin kauan kuin vika on olemassa. Jos käytetään sekä äänihälytystä että näkyvää hälytystä, äänihälytyksen voi kytkeä pois, mutta näkyvän hälytyksen pitää toimia niin kauan, kun vika on olemassa /9, s. 12/.

Ryhmän 2 lääkintätiloissa on käytettävä lääkintä-IT-järjestelmää piireissä, jotka syöttävät elintoimintoja ylläpitämään tarkoitettuja lääkintälaitteita ja lääkintälaittejärjestelmiä, kirurgiseen käyttöön tarkoitettuja laitteita ja muita hoito-alueella olevia laitteita lukuun ottamatta muutamia poikkeuksia. Lääkintä-IT-järjestelmä on tarkoitettu pääasiassa lääkintälaitteita syöttäviä pistorasiaryhmiä varten. Suojaerotusmuuntajaa, jolla lääkintä IT-järjestelmä syötetään, ei kannata kuormittaa tarpeettomasti suuritehoisilla kiinteillä laitteilla. Lääkintä-IT-järjestelmään ei pitäisi liittää myöskään tietotekniikan laitteita, jotka eivät liity sähkökäyttöisiin lääkintälaitteisiin tai lääkintälaittejärjestel-

miin. Koska lääkintä-IT-järjestelmässä tärkein ominaisuus on syötön jatkuvuuden turvaaminen, laukaisevaa ylikuormitussuojausta ei saa käyttää. Muuntajan syöttö on kuitenkin varustettava laukaisevalla oikosulkusuojuksella, esim. sulakkeilla. /11, s. 7/.

Ryhmän 2 lääkintätilojen pistorasiaryhmäjohdot IT-järjestelmässä Jokaisella potilaan hoitopaikalla on oltava seuraavanlainen pistorasiakokoonpano:

- Jokainen pistorasia suojataan erikseen ylikuormitukselta, tai
- Pistorasioita syötetään vähintään kahdesta eri virtapiiristä.
- Silloin kun saman lääkintätilan virtapiirejä syötetään myös TN-S-järjestelmästä, IT-järjestelmään liitettyjen pistorasioiden on:
- oltava rakenteeltaan sellaisia, että se estää niiden käytön muissa järjestelmissä, tai
- ne on merkittävä selvästi ja pysyvällä tavalla.

/1, s. 15/

3.2.2 Eristystilan valvona

Kullekin samaa tarkoitusta palvelevalle huoneryhmälle on oltava vähintään yksi lääkintä IT-järjestelmä. Lääkintä IT-järjestelmässä on oltava standardin EN 61557-8 liitteiden A ja B mukainen eristystilan valvontalaite. /1, s. 9/

Kullekin lääkintä IT-järjestelmälle on oltava akustisella ja optisella hälytyksellä varustettu hälytyslaite, jossa on seuraavat komponentit, sijoitettuna sopivaan paikkaan niin, että hoitohenkilökunta ja tekninen henkilökunta voivat niitä pysyvästi valvoa (näkyvät ja kuuluvat viestit):

- vihreä merkkivalo osoittamaan laitteen olevan normaalitoiminnassa
- keltainen merkkivalo osoittamaan, kun aseteltu eristysresistanssin minimiarvo on saavutettu. Tämä merkkivalo ei saa olla kuitattavissa eikä poiskytkettävissä
- äänihälytys, joka soi, kun aseteltu resistanssin minimiarvo on saavutettu. Äänihälytys voi olla kuitattavissa
- keltaisen merkkivalon on sammuttava, kun vika on poistunut ja normaalitila on palautunut.

/1, s. 9/

Hälytyslaitteen toiminnot voidaan sisällyttää laajempaan valvontajärjestelmään. Lääkintätilassa pitäisi olla helposti luettava kirjallinen ohje, jossa selitetään merkkivalojen ja hälytyksen merkitys ja menettelytavat, joita noudatetaan ensimmäisen vian jälkeen. IT-järjestelmän muuntajan ylikuormitusta ja/tai korkeaa lämpötilaa on valvottava. Jos eristystilan valvontalaite on rakennettu eristystilan, ylikuormituksen ja lämpötilan valvontaa varten, sen on oltava EN 61557-8:2007 liitteen B mukainen. /1, s. 9/

Eristystilan valvontajärjestelmän lisäksi voidaan asentaa eristysvian paikannusjärjestelmä, joka paikantaa eristysvian lääkintä IT-järjestelmän missä tahansa pisteessä.

Eristysvian paikannusjärjestelmän on oltava EN 61557-9 mukainen /1, s. 9/.

Järkevästi sijoitettu hälytyslaite on mahdollisimman lähellä käyttöpistettä, ja mahdollisimman monen hoitajan kuultavissa ja nähtävissä (esim. leikkaussali, valvomo), ja käyttäjät on opastettu ohjein ja suullisesti toimimaan oikein mahdollisessa hälytystilanteessa /11, s. 8/.

Eristystilan valvontalaite on asennettava ja liitettävä mahdollisimman lähelle lääkintä IT-järjestelmän syöttöpistettä /1, s. 14/.

3.2.3 Ylikuormituksen valvonta

IT-järjestelmää syöttävän muuntajan ylikuormitusta ja sen aiheuttamaa yllilämpenemistä on valvottava. Pelkkä ylikuormituksen valvonta riittää, jos muuntaja on sijoitettu paikkaan, jossa muuntaja ei todennäköisesti lämpene liikaa muuten kuin kuormituksen takia. Ylikuormitushälytyksen näyttölaite asennetaan esimerkiksi hoitotilassa olevaan ohjauskeskukseen. Jatkohälytys eristystason valvontalaitteelta ja ylikuormitushälytyksestä on syytä liittää esim. kiinteistöautomaatiojärjestelmään, jonka kautta hälytys siirretään tekniseen päivystykseen. Yhteyden toimivuus testataan käyttöönotto- ja määräaikaistarkastuksien yhteydessä /11, s. 8/.

3.2.4 Lääkintä IT-Järjestelmän muuntaja

Muuntajien on oltava standardin EN 61558-2-15 mukaisia. Muuntajat pitää asentaa lääkintätilojen lähelle. Suositellaan, että muuntajan ulostuloliittimien ja kulutuskojeen välinen etäisyys on korkeintaan 25m. Vuotovirta ulostulokäämistä maahan ja kotelo-

vuotovirta eivät saa ylittää 0,5 mA mitattuna tyhjäkäynnillä mitoitusjännitteellä ja mitoitusajaudella toimivasta muuntajasta. Jokaiselle lääkintätilalle tai lääkintätilojen toiminnalliselle ryhmälle on käytettävä vähintään yhtä yksivaiheista muuntajaa muodostamaan lääkintä-IT-järjestelmä kädessä pidettävillä ja kiinteästi asennetuilla laitteilla. Mitoitusteho ei saa olla pienempi kuin 0,5 kVA eikä suurempi kuin 10 kVA. Jos vaaditaan useita muuntajia syöttämään yhdessä lääkintätilassa olevia laitteita, niitä ei saa kytkeä rinnan. Jos vaaditaan myös kolmivaihekuormitusten syöttöä IT-järjestelmällä, tätä varten on oltava erillinen kolmivaihemuuntaja. Lääkintä-IT-järjestelmien muuntajissa ei saa käyttää kondensaattoreita /1, 12/.

Lääkintä IT-järjestelmän muuntajan syöttöpiirissä ennen ja jälkeen muuntajan ei saa olla ylikuormitussuojaa /1, s. 14/

3.3 Suojalaitteet ja niiden asettelu

Suojalaitteiden asettelulla tarkoitetaan suojalaitteiden (VVSK, sulake, rele, ym. sähköiskulta suojaukseen käytetty laite) toiminta-aikoja ja -arvoja, sekä niiden sijaintia toteutettaessa selektiivistä suojausta.

3.3.1 Selektiivisyys

Sähköverkon suojauksen selektiivisyydellä tarkoitetaan yksinkertaisesti sitä, että ainoastaan lähinnä vikapaikkaa oleva syötönpuoleinen suoja toimii erottaen vikapaikan ja mahdollisimman pienen osan verkosta jännitteettömäksi. Tyypillisesti vika tapahtuu jossain ryhmäjohtossa, mahdollisesti laitetason vikana, jolloin vikavirta kulkee usean sarjassa olevan suojan lävitse. Esimerkkikuva liite 1. /10, s. 2/

3.3.2 Aikaselektiivisyys

Aikaselektiivisyydellä tarkoitetaan sitä, että sarjassa olevien suojien toiminta-aikoja on porrastettu sopivasti (hidastettu) toisiinsa nähden. Toisin sanoen jakelun loppupäässä olevalla suojalla toiminta-aika koko vikavirta-alueella on lyhyempi kuin jakelun alkupään suojilla. Suojien toimintakäyrien valinnalla ja toiminnan hidastamisella

saavutetaan suojien välinen aikaselektiivisyys. Asiaa on helpoin havainnollistaa suojien toimintakäyriä tutkimalla. Esimerkkikuva (Liite 2) on esitetty aiemman verkkokuvan tilanne ylivirtasuojien toiminta käyrinä. Kuvassa on näytetty pääkeskuksen pääkatkaisijan sekä lähtökatkaisijan toiminta käyrät. Jos vika esimerkiksi tapahtuu pääkeskuksen ja nousukeskuksen välisellä virtatiellä (kaapeliyhteys), niin tällöin pääkatkaisijan (Q1) ja saman keskuksen lähtökatkaisijan (Q1.1) välinen toiminta-aikaero takaa selektiivisen toiminnan. Toiminta-aikaero on aikaansaatava sopivilla releasetteluilla. Koska vikavirran suuruutta ei pystytä ennakolta määrittämään, niin sarjassa olevien suojien toiminta-aikojen on oltava koko vikavirta-alueeltaan riittävästi erisuuret. Graafisesti tarkasteltuna tämä tarkoittaa sitä, että jakelussa ylimpänä olevan suojan tulee olla toiminta käyrältään myös virta-aika (I, t)-koordinaatistoon piirrettynä ylimpänä. Jos vikavirta on esimerkkitalanteessa n. 10 kA, on katkaisijoiden välillä tällöin toiminta-aikaeroa toleransseista riippuen noin 40–170 ms. Pääkatkaisijaa on siis hidas-tettu lähtökatkaisijaa enemmän. /10, s. 2-3/

3.3.3 Virtaselektiivisyys

Virtaselektiivisyys perustuu vikavirran suuruuden vaihteluun vikapaikan mukaan. Mitä lähempänä syöttöä vikapaikka on, sitä suurempi on vikavirta. Toisaalta kaukana syötöstä vikavirta jää pieneksi. Tätä ilmiötä voidaan hyödyntää selektiivisyyden saavuttamisessa asettelemalla edeltävä suoja riittävän epäherkäksi. Aikaselektiivisyys on varmin ja helpoin tapa selektiivisyyden saavuttamiseksi, mutta useiden suojien sarjaankytkennässä käytettävissä oleva aika loppuu usein kesken. Tällöin samalle toiminta-ajalle voidaan asettaa peräkkäisiä suojia selektiivisyyden siitä kärsimättä, kunhan vikavirtatasot ovat riittävän tarkasti tiedossa. /10, s. 3-4/

3.3.4 Suuntaselektiivisyys

Tätä suojaustapaa ja selektiivisyyttä käytetään lähinnä jakeluverkkotasolla, kun verkkoa on mahdollista käyttää renkaana tai on useita syöttölähteitä eri puolilla verkkoa. Myös pienjännitepuolella voidaan käyttää tätä suojaustapaa. Suojareleet valvovat vikavirran suuruuden lisäksi myös virran suuntaa ja sen perusteella suojaus osaa erottaa rengasverkosta pelkästään vioittuneen osan muun verkon jäädessä käyttöön. /10, s. 4/

3.3.5 Vyöhykeselektiivisyys ja lukitussuojaus

Lukitussuojauksesta puhutaan lähinnä suurjännitteellä ja siitä suuremmilla jännitetasoilla. Vyöhykeselektiivisyys tarkoittaa käytännössä samaa, eli toiminta perustuu lukituksiin, mutta pienjännitepuolen lukitussuojauksesta puhuttaessa käytetään joskus tätä termiä. Lukituksilla yleisesti on tarkoitus parantaa selektiivisyyttä siten, että peräkkäisistä katkaisijoista laukeaa lähinnä vikapaikkaa oleva. Lukituksia käytettäessä katkaisija portaiden välille ei tarvitse järjestää normaalin aikaselektiivisyyden tapaan niin paljon toiminta-aikaeroa. Lukitussuojaus toimii siten, että vikavirran kulkiessa jonkin katkaisijan lävitse kyseinen katkaisija lähettää jakelussa heti ylempänä olevalle katkaisijalle lukituskomennon pysyä kiinni tai hidastaa sen toimintaa ja avautuu itse suojaeleensä ohjaamana. Lukitusketju jatkuu vastaavalla tavalla ketjussa ylöspäin aina pääkeskuksen pääkatkaisijaan (verkon rakenteesta riippuen). Katkaisijan toiminnan pitää olla hidastettu, että se voidaan lukita, mutta peräkkäiset katkaisijat voivat olla samalla aikahidastuksella. /10, s. 4/

3.4 Maadoitus

Maadoitusjärjestelmän tehtävänä on tehdä mahdolliseksi sähköasennusten luotettava ja turvallinen toiminta /12, s. 3/. Maadoitukset ja potentiaalintasaukset ovat tärkeä osa sähkölaitteistoa. Sähköturvallisuuden kannalta maadoitusten ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa vikatapauksissa esiintyviä kosketusjännitteitä ja askeljännitteitä /13, s. 275/. Sähkö-turvallisuuden kannalta maadoitusten tarkoituksena on estää vaarallisten jännitteiden siirtymistä, vaarallisten vuotovirtojen, kipinöiden ja valokaarien syntyminen sekä luoda toimintaedellytykset maasulku- ja vikavirtasuojaukselle /13, s. 275/. Maadoitusta ja potentiaalintasausta käytetään myös estämään sähkömagneettisia häiriöitä esimerkiksi tieto- ja telejärjestelmissä /14, s. 89/. Jokaisessa asennuksessa on oltava päämaadoituskisko tai -liitin /13, s. 291/, joka toimii johtimien koontipisteenä (yleensä kisko, koska sen käyttö helpottaa useiden liitännöiden tekemistä ja irrottamista), josta jokainen siihen liitetty johdin on kyettävä irrottamaan erikseen /13, s. 279/. Kaikki johtimet eivät välttämättä kulje suoraan päämaadoituskiskolle, vaan ne voidaan koota isommiksi kokonaisuuksiksi PE-liittimien tai -kiskojen avulla, jotka johdetaan päämaadoituskiskolle /14, s. 27/.

Päämaadoituskisko asennetaan yleensä rakennuksen suurimman keskuksen läheisyyteen. Kiskoon on päästävä käsiksi /13, s. 279/.

Maadoituksen tapa riippuu jakelujärjestelmästä, Suomessa yleisin on TN-järjestelmä. TN-jakelujärjestelmässä jakelujärjestelmän tähtipiste on maadoitettu suoraan teholähteessä ja sähkölaitteiston jännitteelle alttiit osat on yhdistetty tähän pisteeseen suoja johtimilla. Nolla- ja suojajohtimen keskinäisen järjestelyn perusteella erotetaan kolme eri TN-järjestelmää toisistaan:

- TN-S-järjestelmä
 - erillinen nolla- ja suojajohdin koko järjestelmässä
- TN-C-S-järjestelmä
 - nolla- ja suojajohdintoiminnot on yhdistetty yhteen johtimeen (PEN-johtimeen) osassa järjestelmää
- TN-C-järjestelmä
 - nolla- ja suojajohdintoiminnot on yhdistetty yhteen johtimeen (PEN-johtimeen) koko järjestelmässä.

/12, s. 4/

Terveystieteiden tutkimuskeskusten rakennuksissa käytetään TN-S-järjestelmää koko sähköasennuksessa mukaan luettuna pääkeskukset, mikä nykyään on tavallista jo muissakin rakennuksissa /11, s. 4/.

3.4.1 Suojamaadoitus

Suojamaadoitus tarkoittaa järjestelmän tai asennuksen pisteen maadoittaminen suojaus- ja suojajohdinten takia. Suojamaadoitus liittyy sähköiskulta suojaamiseen. Suojamaadoitus voi olla erillinen tai yhdistetty toiminnalliseen maadoitukseen. Maadoitusjärjestelmät on luokiteltu suojajohtimen kytkentöjen mukaan. Suomessa käytetään yleisesti TN-järjestelmää, missä suojamaadoitus yhdistetään toiminnalliseen maadoitukseen. Toiminnallisessa maadoituksessa järjestelmä, asennus tai laitteen piste maadoitetaan muun syyn kuin sähköiskulta suojaamisen takia esimerkiksi häiriösuojaus /14, s. 89/.

3.4.2 Potentiaalintasaus

Potentiaalintasauksesta voidaan käyttää termejä suojaava potentiaalintasaus, silloin kun puhutaan suojaustarkoitukseen käytetystä potentiaalintasauksesta sekä toiminnallinen potentiaalintasaus, kun puhutaan muuhun kuin suojaukseen käytetystä potentiaalintasauksesta. /13, s. 294/

Potentiaalintasauksen tarkoituksena on liittää johtavat osat (jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat, joissa voi esiintyä muu tietty potentiaali, yleensä maan potentiaali) yhteen, niin että saavutetaan tasapotentiaali. Muita johtavia osia ovat esimerkiksi putket, kanavat ja rakennuksen runkorakenteet, joissa oleva (yleensä maan) potentiaali poikkeaa maadoitusjärjestelmän potentiaalista. Suojaava potentiaalintasaus jaetaan pääpotentiaalintasaukseen ja lisäpotentiaalintasaukseen /13, s. 293-294/.

3.4.3 Pääpotentiaalintasaus

Jokaisessa rakennuksessa on tehtävä pääpotentiaalintasaus. Pääpotentiaalintasauksen tarkoituksena on ehkäistä vaarallisten jännite-erojen esiintyminen samanaikaisesti kosketeltavien johtavien osien välillä. Potentiaalintasaukseen liitetään sähkölaitteiden jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat samaan potentiaaliin. Kun kosketetaan eri osia, niiden välillä ei ole potentiaalieroja. /14, s. 37/

Suojajohdinjärjestelmästä pääpotentiaalintasausjärjestelmään liitetään:

- Asennusten syöttävän johdon suojamaadoitusjohdin tai PEN-johdin
- Maadoituselektrodi, joka voidaan liittää joko maadoituselektrodille menevän maadoitusjohtimen tai erillisen päämaadoitusliittimen kautta

Pääpotentiaalintasaukseen liitetään muut johtavat osat, joita ovat esimerkiksi:

- Metalliset putket, joista tulee rakennukseen syöttö, esim. kaasu, vesi, kaukolämpö
- Metalliset rakenneosat, keskuslämmitys- ja ilmanvaihtolaitteistot
- Rakenteisiin käytetyt betonin pääteräket soveltuvin osin

/14, s. 38/

3.4.4 Lisäpotentialintasaus

Lisäpotentialintasaus tehdään silloin kun erityisesti halutaan välttää haitallisia potentiaalieroja, tai kun syötön nopealla poiskytkennällä ei pystytä toteuttamaan kosketusjännitesuojausta. Lisäpotentialin käyttö on ollut harvinaista, mutta sitä käytetään mm. lääkintätiloissa. Lisäpotentialintasaukseen on yhdistettävä kaikki samanaikaisesti kosketeltavat kiinteiden sähkölaitteiden jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat. Lisäpotentialintasausjärjestelmä on liitettävä suojajohdinjärjestelmään. Myös pistorasioiden suojajohtimet liitetään lisäpotentialintasausjärjestelmään. Jännitteelle alttiit osat kytketään yleensä keskuksen suojakiskon kautta, joka liitetään lisäpotentialintasauskiskoon, johon liitetään muut johtavat osat suoraan /14, s. 40/.

Potentialintasauskiskon pitää sijaita lääkintätilassa tai sen lähellä ja se pitää liittää syöttävän keskuksen suojakiskoon vähintään suurimman lisäpotentialintasauskiskoon liitetyn johtimen vahvuisella johtimella. Jakokeskukseen tai sen läheisyyteen asennetaan lisäpotentialintasauskisko, johon lisäpotentialintasausjohtimet ja suoja-maadoitusjohtimet voidaan liittää riittävän paksuilla, eristetyillä johtimilla. Myös lisäpotentialintasauskisko ja keskuksen suojakisko yhdistetään toisiinsa riittävän paksulla johtimella, esim. $16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$. Liitokset on suunniteltava siten, että ne ovat selvästi nähtävissä ja johtimet ovat helposti irrotettavissa yksitellen. Aseptisista syistä lisäpotentialintasauksen liitokset esim. putkistoihin on tarkoituksenmukaista tehdä kyseisen tilan ulkopuolella tilan välittömässä läheisyydessä. /11, s.8/

Potentialintasauskisko on asennettava siten, että määräaikaismittauksiin liittyvien johtimien irrottaminen ja mittaaminen on helppoa. Suositeltavinta on asentaa kiskot johtokanaviin, sähköpieliin tai ryhmäkeskuskomeroihin (ei alakattojen yläpuolelle). Potentialintasausjohtimien liitoksissa suositellaan käytettäväksi ruuviliitoksia. Liitäntöjen on oltava luoksepäästävässä, merkittyjä, helposti nähtävissä ja helposti yksittäin irrotettavissa. Potentialintasauksen takia kannattaa rajoittaa liitosten lukumäärää myös sähkölaitteita syöttävissä ryhmä johdoissa. Potentialintasauspisteet asennetaan yleensä tähtimäisesti siten, että kukin piste liitetään omalla 6 mm^2 keltavihreällä tunnusvärillä varustetulla, eristetyllä kuparijohtimellaan lisäpotentialintasauskiskoon /11, s.8/.

Jokaisessa ryhmän 1 ja 2 lääkintätilassa on tehtävä lisäpotentialintasaus ja lisäpotentialintasausjohtimet on potentialierojen tasaamiseksi liitettävä potentialintasauskiskoon seuraavien hoitoalueella tai hoitoalueelle mahdollisesti siirrettävien osien välillä:

- Suojamaadoitusjohtimet
- Muut johtavat osat
- Häiriökenttien suojaukset, jos sellaisia on asennettu
- Johtavien lattioiden metalliverkot, jos sellaisia on asennettu
- Erotusmuuntajan mahdollinen metallinen sähköinen suoja

/1, s.10/

Ryhmän 1 tilassa kuten potilashuoneessa lisäpotentiaalintasaukseen yhdistettäviä muita johtavia osia ovat yleensä:

- vesi-, lämpö-, ilma-, viemäri-, kaasu- ja imujärjestelmien putkistot, jos ne ulottuvat hoitoalueelle
- johtokanavien yms. metalliset rungot (kanavien kansia tai lyhyitä, esim. pilarin kiertämiseen käytettyjä runko-osia yms. ei tarvitse liittää erikseen lisäpotentiaalintasaukseen, koska niissä ei todennäköisesti esiinny maan potentiaalia).

/1, s. 28/

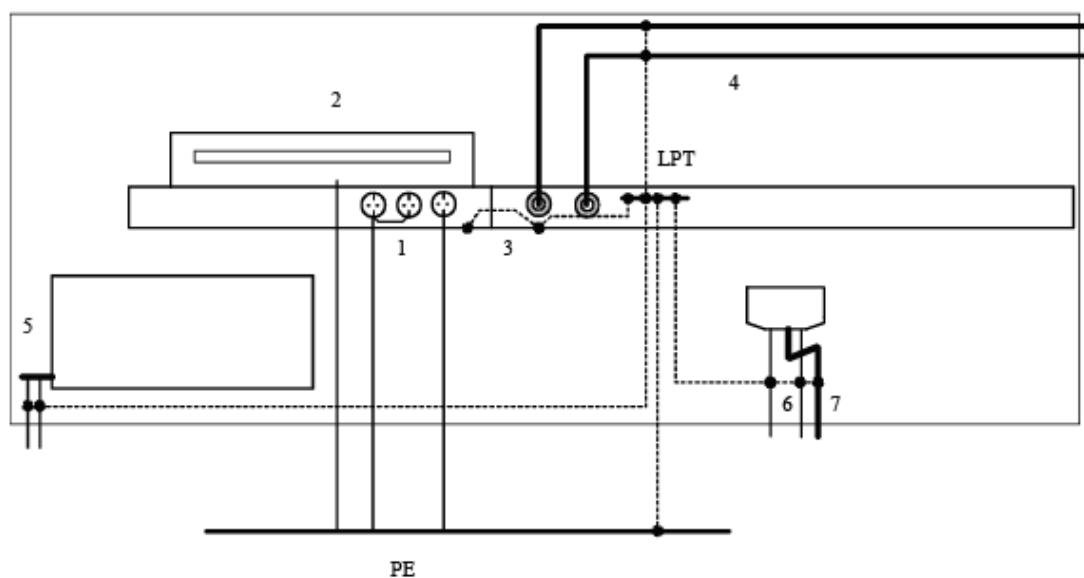
Ryhmän 2 tilassa (esim. leikkaussalissa) lisäpotentiaalintasaukseen liitetään lisäksi esim. laitteiden ripustamiseen tarkoitetut kiskot ja leikkausalivalaisimien ja kattokeskusten rungot. /1, s. 28/

Ryhmän 2 tiloihin asennetaan sopiva määrä potentiaalintasauspistorasioita. Määrän ja tarpeellisuuden määrittelee lääkintätilan vastuullinen johto. Ryhmän 1 tiloissa potentiaalintasauspistorasioita voidaan tarvita tiettyihin lääketieteellisiin mittauksiin /1, s. 28/.

Ryhmän 2 lääkintätilassa pitää olla riittävä määrä lisäpotentiaalintasauksen liitäntäpaikkoja lääkintälaitteiden liittämiseen ja ryhmän 1 tiloissa niiden asentamista suositellaan. Kiinteät johtavat ei-sähköiset potilaan tukirakenteet, kuten leikkauspöydät, fysioterapiatuolit ja hammaslääkärin tuolit on liitettävä lisäpotentiaalintasaukseen, elleivät ne ole tarkoitettu olemaan erillään maasta. /1, s. 10/

Ryhmän 2 lääkintätiloissa suojajohtimien ja liitosten yhteenlaskettu resistanssi lisäpotentiaalintasauksen kiskon ja pistorasioiden tai kiinteästi asennettujen laitteiden suoja-liittimien tai muiden johtavien osien välillä ei saa olla suurempi kuin $0,2\Omega$ /1, s. 10/.

Suojaavat lisäpotentiaalintasausjohtimet pitää merkitä kelta-vihreällä tunnusvärillä vähintään liitäntäpisteissään /1, s. 13/.

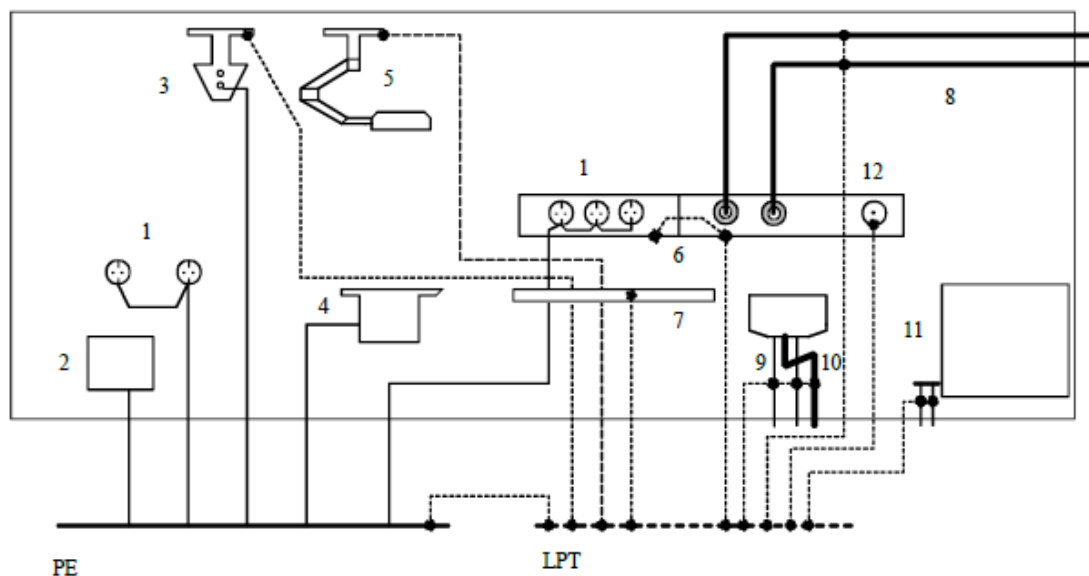


Selite

- 1 Pistorasiat
- 2 Potilasvalaisin
- 3 Johtokanavan runko-osat liitetty toisiinsa ja lisäpotentiaalintasaukseen
- 4 Sairaalalakaasu- ja paineilmaputkistot
- 5 Lämpöpatteri ja lämpöjohdot
- 6 Vesijohdot
- 7 Johtava viemäriputkisto
- PE Jakokeskuksen suojakisko
- LPT lisäpotentiaalintasauskisko johtokanavassa
- Suojamaadoitusjohdin
- Lisäpotentiaalintasausjohdin

Kuva O.710.2 Esimerkki ryhmän 1 lääkintätilan (potilashuoneen hoitoalue) suojamaadoitus- ja lisäpotentiaalintasausjohtimien periaatekytkennöistä. Kytkennät voidaan tehdä myös tilan ulkopuolella sen välittömässä läheisyydessä.

Kuva 4 /1, s. 35/



S

- 1 Pistorasiat
- 2 Kiinteästi asennettu sähkölaite
- 3 Kattovarsi pistorasioineen
- 4 Sähkökäyttöinen leikkauspöytä syöttö IT-järjestelmästä
- 5 Leikkausvalaisin (syöttö SELV-järjestelmästä ja 0,5 sekunnin lisäteholähteestä)
- 6 Johtokanavan runko-osat liitetty toisiinsa ja lisäpotentiaalintasaukseen
- 7 Varustekisko
- 8 Sairaalakaasu- ja paineilmaputkistot
- 9 Vesijohdot
- 10 Johtava viemäriputkisto
- 11 Lämpöpatteri ja lämpöjohdot
- 12 Potentiaalintasauspistorasia johtokanavassa

PE Jakokeskuksen suojakisko

LPT lisäpotentiaalintasaukisko

— Suojamaadoitusjohdin

---- Lisäpotentiaalintasausjohdin

Kuva O.710.3 Esimerkki ryhmän 2 lääkintätilan (leikkaussalin) suojamaadoitus- ja lisäpotentiaalintasausjohtimien periaatekytkennöistä

Kuva 5 /1, s. 36/

3.4.5 Liitokset

Maadoituksen olennaisena osana on liittimet, joilla johtimet liitetään elektrodeihin ja toisiinsa sekä laitteisiin. Liittimien ja niillä tehtyjen liitosten on toimittava luotettavasti kaikissa käyttöolosuhteissa. Maan alle sijoitettavat liitokset tehdään yleensä puristus- tai hitsausliitoksien. Kupariköysiin saadaan luotettava liitos aikaan esimerkiksi ns. C-puristusliittimillä. Ruuviliittimien sijoittaminen maahan ei ole suositeltavaa, koska niiden korroosioalttius on suurempi kuin muilla liitostavoilla. Jos ruuviliitintä kuitenkin

käytetään, sen on oltava, ruuvi ja mutteri mukaan luettuna, samaa ainetta liitettävien osien kanssa tai liitoskohta on suojattava hermeettisesti (tiivisti) esimerkiksi valamalla se valuhartsin sisään. Tämän vuoksi ei sinkittyä teräsköyttä (maadoituselektrodi) yleensä jatketa tai haaroiteta maassa, vaan liitos tehdään esimerkiksi pylväässä. /15, s. 134/

Päämaadoitus- tai potentiaalintauskiskojen on oltava tinattua kuparia, jos niihin liitetään kuparijohtimien ohella myös alumiinijohtimia. /15, s. 135/

Jos joudutaan liittämään toisiinsa eri materiaaleja, liitokset on tehtävä suojatussa ja helppopääsyisessä paikassa. Esimerkiksi betoniterästen liittäminen maadoitusjohtimeen on tehtävä käyttäen sopivaa liitintä ja käsittelemällä liitos liitinvalmistajan ohjeiden mukaan. Betoniteräket suositellaan tuotavaksi ylös lähellä päämaadoituskiskoa, jolloin sen liitos voidaan tarkastaa samalla kun päämaadoituskiskonkin liitokset. Kupari- ja alumiinijohtimia ei liitetä suoraan yhteen kuivassakaan tilassa. /15, s. 135/

3.5 Varavaoimajärjestelmät

Tavallisimpana varmennuksen syynä ovat yleisen sähkönjakelun häiriöt. Yleisen sähkönjakelun häiriöitä voidaan tarkastella neljästä erilaisesta lähtökohdasta:

- lyhyet katkokset käsittäen pika- ja aikajälleenkytkennät sekä käyttötoimenpiteet
- pitkät katkokset sähkönjakelussa esim. vikakorjausten ajaksi
- jännitteen laatupoikkeamat, kuten jännite- ja taajuusvaihtelut sekä transienttiylijännitteet
- sähkönjakelun keskeytyminen useiksi tunneiksi tai vuorokausiksi laajoissa viatilanteissa tai tehonvajauksessa.

/16, s. 40-41/

Edellä kuvatut lähtökohdat edellyttävät erilaisia teknisiä varmennusratkaisuja ja siten myös erisuuruisia investointeja. Lyhyet katkot voidaan helposti hoitaa akkuvarmennuksella, mutta pitkät katkot vaativat omaa sähköntuotantoa ja pitkäaikaiset keskeytykset lisäksi huoltotoimenpiteiden järjestämistä. /16, s. 40-41/

Lääkintätiloissa varmennetun sähkönjakelun tarve määräytyy käyttäjän laatiman tilaluokituksen perusteella. Tällöin lähes aina on kyseessä potilasturvallisuus ja sähkönjakelun tulee täyttää turvasyöttöjärjestelmille asetetut vaatimukset. Kyseisiin tiloihin

voi liittyä myös varmennustarpeita, jotka eivät liity henkilöturvallisuuteen, esim. tietojärjestelmät. Nämä voidaan varmentaa tavanomaisin menetelmin, jos se on teknisesti järkevää. Tilaluokituksen perusteella on valittava vaadittu turvasyöttöjärjestelmä, johon liitetään toimenpiteiden kannalta tärkeät sähkökäyttöiset lääkintälaitteet ja riittävä määrä valaistusta. Standardissa SFS 6000-7-710 on kuvattu yksityiskohtaisesti, mitä laitteita varmennetaan eri luokkien turvasyöttöjärjestelmillä. Samassa yhteydessä on esitetty myös ohjeellinen tilaluokitus (Liite 4), mutta aina pitää erikseen selvittää lääkintätilojen todellinen käyttötarkoitus. Vanhoihin asennuksiin sovelletaan SFS 4372 -standardin vaatimuksia. /16, s. 29/

Varavoimalaitoksen käyttötarve riippuu verkkosähkön saatavuudesta, kun taas UPS-järjestelmän halutaan yleensä toimivan aivan keskeytyksettä. Varavoimalaitosta pitää koekäyttää ja huoltaa valmistajan antamien suositusten mukaan, jotta se olisi toimintakuntoinen silloin, kun sitä tarvitaan. /16, s. 22/

Käyttäjälle on toimitettava:

- yleiskaaviot, joissa on esitetty normaali sähkövoimajärjestelmä ja varavoimajärjestelmä yksiviivaisena esityksenä. Näissä kaavioissa on oltava rakennuksen ryhmäkeskuksia koskevat tiedot ja sijainnit
- varavoimajärjestelmiin pysyvästi liitettyjen kuormitusten luettelo, jossa on tiedot kuormitusvirroista ja moottorikuormien käynnistysvirroista
- akustojen ja varavoimajärjestelmien teholähteiden käyttö- ja huolto-ohjeet

/1, s. 13/

Turvajärjestelmiä lääkintätiloissa ovat vastaavat järjestelmät kuin standardissa SFS 6000-5-56 on määriteltä. Näiden asennuksissa noudatetaan SFS 6000-5-56 vaatimuksia. Lisäksi lääkintätiloissa tarvitaan varavoimajärjestelmiä, joiden avulla turvataan lääkintätilan keskeytymätön toiminta sähkökatkon takia. Normaalisti sairaaloissa tarvitaan varavoimaa, jonka keskeytysaika on korkeintaan 0,5 s ja korkeintaan 15 s keskeytysajan omaavaa varavoimaa. Sairaalan toiminnan turvaaminen pitkien katkojen aikana voi vaatia lisävaravoimaa, jonka kytkeytymisaika voi olla yli 15 s /1, s. 15/.

Luokka 0 (ei katkoa)	automaattinen syöttö ilman katkoa
Luokka 0,15 (hyvin lyhyt katko)	automaattinen syöttö 0,15 s kuluessa
Luokka 0,5 (lyhyt katko)	automaattinen syöttö 0,5 s kuluessa
Luokka 15 (keskipitkä katko)	automaattinen syöttö 15 s kuluessa
Luokka > 15 (pitkä katko)	automaattinen tai käsin ohjattu syöttö yli 15 s kuluessa

Kuva 6 Varavoimajärjestelmien syöttöjen luokittelu, /1, s. 21/

Lääkintätiloissa tarvitaan varavoimasyöttöjä, jotka syöttävät asennuksia ennalta määritellyn kytkentäajan jälkeen määrätyn ajanjakson ajan silloin, kun sähkönsyöttö yleisestä jakeluverkosta keskeytyy. Varavoimajärjestelmän pitää automaattisesti huolehtia sähkönsyötöstä, jos jännite pääkeskuksessa, johon syöttö yleisestä jakeluverkosta tuodaan, putoaa alle 90 % normaalijännitteestä. Turvajärjestelmien ja varavoimajärjestelmien teholähteet ja sähkönsyöttöjärjestelmät pitäisi järjestää niin, että kunnossapitotarkastukset ja tarvittava huolto voidaan toteuttaa pienentämättä turvajärjestelmien tai varavoimajärjestelmien sähkönsyötön käytettävyyttä tai haittaamatta turvajärjestelmien sähkönsyöttöä /1, s. 16/.

Jos normaalisyöttö vioittuu, varavoimajärjestelmän teholähteen on tultava jännitteiseksi ja kyttävä ennalta määrätyn kytketymisajan jälkeen syöttämään sähköenergiaa määrätyille laitteille /1, s. 16/.

Varavoimajärjestelmistä syötettävien pistorasioiden pitää olla helposti tunnistettavissa. Varavoimajärjestelmistä syötetyt pistorasioiden pitää olla helposti tunnistettavissa myös varavoimajärjestelmän luokituksen mukaisesti 1, s. 16/.

3.5.1 Yleiset vaatimukset ryhmien 1 ja 2 varavoimajärjestelmien teholähteille

Paristoja ei hyväksytä varavoimajärjestelmien teholähteiksi. Yleisestä jakeluverkosta tulevaa toista syöttöä ei pidetä varavoimajärjestelmän syöttönä. Varavoimajärjestelmän teholähteiden käytettävyyttä (toimintavalmiutta) pitää valvoa ja ilmaista se sopivassa paikassa /1, s. 17/.

Varavoimajärjestelmää käytettäessä edellytetään jakelujärjestelmän suojalaitteiden toimimista luotettavasti. Muittenkaan standardissa mainittujen suojausmenetelmien toiminta ei saa huonontua /1, s. 29/.

Ryhmän 2 tilojen jakokeskusten syöttö tulee toteuttaa kahdella toisistaan erotetulla syöttöjohdolla, joista toisella tuodaan normaalitilanteessa käytettävä syöttö varavoimajärjestelmästä ja toista käytetään syöttöön normaaliverkosta varavoimasyötön häiriöiden ja huollon aikana /1, s. 30/.

Kaikki pistorasiat suositellaan merkittäväksi tunnuksella, jossa on keskustunnus sekä ryhmänumero ja rasianumero. Eri järjestelmiin (normaali verkko, turvajärjestelmien syötöt, lääkintä IT-järjestelmä jne.) kuuluvat pistorasiat suositellaan merkittäväksi

tekstin lisäksi värijärjestelmällä käyttäen erivärisiä pistorasioiden peitelevyjä tai tunnuskilpien tai merkintäteippien värejä. /1, s. 30/.

Suosittelvat tunnusvärit ovat seuraavat:

- normaali verkko: valkoinen tai muu määritelty normaaliväri
- varavoimajärjestelmän syöttö yli 15 s: vaaleansininen esim. RAL 5024
- varavoimajärjestelmän syöttö alle 15 s: sininen esim. RAL 5007
- varavoimajärjestelmän syöttö alle 0,5 s: punainen esim. RAL 3011
- UPS-järjestelmä myös UPS:illa syötetty IT-järjestelmä: oranssi esim. RAL 2000
- lääkintä IT-järjestelmä: vihreä esim. RAL 6025

/1, s. 30/.

Näitä värejä suositellaan käytettäväksi myös järjestelmiä syöttävien keskusten kansien tunnusväreinä. Jos sairaalassa on käytössä muu värikoodausjärjestelmä, suositellaan tätä järjestelmää käytettäväksi myös laajennuksissa /1, s. 30/.

3.5.2 Varavoimaverkon erityisvaatimuksia

Enintään 0,5 s kytkeytymisajan omaavat varavoimajärjestelmän teholähteet:

Jos yhden tai useamman jakokeskuksen yhden tai useamman äärijohtimen jännitteessä sattuu vika, varavoimajärjestelmän teholähteen on kyettävä syöttämään vähintään 3 tunnin ajan /1, s. 17/

- leikkausvalaisimia
- lääkintäsähkölaitteita, joissa on käytön kannalta muita välttämättömiä valaisimia, esim. tähystysvalaisimia mukaan luettuna niihin liittyvät välttämättömät laitteet esim. monitorit
- Kriittisiä elämää ylläpitäviä lääkintälaitteita. Jos lääkintälaitte sisältää akkuvarmuksen tai muun varajännitelähteen, laitteet voidaan liittää syöttöön, jonka kytkeytymisaika on enintään 15 s.

/1, s. 17/

Tehon pitää palautua automaattisesti 0,5 s kuluessa. Teholähde voidaan mitoittaa 1 h toiminta-ajalle silloin kun sen syöttö on liitetty moottorigeneraattorilla syötettyyn enintään 15 s kytkeytymisajan omaavaan varavoimajärjestelmään /1, s. 17/.

Enintään 0,5 kytkeytymisajan omaava varavoimajärjestelmien teholähteet toteutetaan akustoilla, UPS-järjestelmillä tai vastaavilla. Näihin teholähteisiin liitetään sellaiset kriittiset kuormitukset (esim. leikkausvalaisimet ja välttämättömät elämää ylläpitävät järjestelmät), joiden sähkönsyötön katkeaminen aiheuttaa välittömän vaaran. /1, s. 30/ Jokaisessa leikkaussalissa tai siihen verrattavassa toimenpidetilassa pitää vähintään yhden toimenpidevalaisimen toimia välittömästi sähkökatkon tapahtuessa /1, s. 30/.

Enintään 15 s kytkeytymisajan omaavat varavoimajärjestelmän teholähteet: Poistumisvalaistus ja varavalaistus on kytkettävä 15 s kuluessa varavoimajärjestelmien teholähteeseen. Teholähteen on kyettävä syöttämään niitä vähintään 24 h, silloin kun yhden tai useamman vaiheen jännite pääkeskuksessa on alentunut 90 %:iin nimellisjännitteestä yli 3 s ajaksi. Kesto aika 24 h voidaan pienentää 3 tuntiin, jos lääketieteelliset vaatimukset ja tilan käyttö ja kaikki hoidot voidaan lopettaa ja rakennus voidaan evakuoida alle 3 tunnissa /1, s. 17/.

Yli 15 s kytkeytymisajan omaavat varavoimajärjestelmien teholähteet: Muut kuin kohdissa 710.560.6.104.1 ja 710.560.6.104.2 (enintään 0,5s ja enintään 15s kytkeytyvät) mainitut laitteet, jotka tarvitaan sairaalatoimintojen ylläpitoon silloin kun ulkopuolista energiaa ei ole pitkäaikaisesti käytettävissä, voidaan kytkeä joko automaattisesti tai käsin varavoimajärjestelmän teholähteeseen. Teholähteen on kyettävä syöttämään niitä vähintään 24 h /1, s. 17/.

3.5.3 UPS-järjestelmät

UPS (Uninterruptable Power Systems) on keskeytymättömän tehon järjestelmä. UPS-laite syöttää häiriötöntä ja katkeamatonta vaihtosähköä kriittisille kuormille. Perustoimintoihin kuuluu vaihtosähkön muuttaminen tasasähköksi ja tasasähkön muuttaminen vaihtosähköksi puolijohdesiltoja käyttäen. Perustoimintoihin kuuluu myös automaattinen UPS-laitteen ohitustoiminto ylikuorma- ja vikatilanteita varten. Manuaalinen ohitustoiminto on tarpeen huoltoja suoritettaessa. UPS-järjestelmä koostuu UPS-laitteesta tai rinnankytketyistä UPS-laitteista, keskuksista ja varmennetun sähkön keskuksista. UPS-laitteen käyttö on jatkuvaa ja keskeytymätöntä. Toimintariskien pienentämiseksi on syytä: /17, s. 1/

- kytkeä UPS-laitteen hälytykset kiinteistönvalvontaan ja/tai käyttäjän valvontajärjestelmään
- pitää UPS:n ja akuston asennustila järjestyksessä, puhtaana ja lämpötila sallituissa rajoissa
- valvoa UPS-laitteen kuormitustasoa.

/17, s. 1/

UPS-laitteen jatkuvasta käytöstä huolimatta ylläpito- ja huoltotoimet on pystyttävä suorittamaan. Sähkönsyötöllä on oltava vaihtoehtoinen syöttöreitti, esim. huolto-ohituskytkin, jota käyttämällä sähkönsyöttö mahdollistetaan huollon aikana. Tällöin varmennustaso laskee ja sähkönsyöttö on alttiina verkkokatkoksille. Redundanttinen UPS-järjestelmä mahdollistaa huoltotoimenpiteet samalla varmennustason säilyttäen.

/17, s. 1/

Tärkeiden kriittisten käyttöjen ollessa kysymyksessä suositeltava ratkaisuvaihtoehto on ylläpitosopimuksen tekeminen laitetoimittajan kanssa. Yleensä laitteen valmistaja ja/tai toimittaja pystyy tarjoamaan parhaan asiantuntemuksen. /17, s. 2/

3.6 Vikavirtasuojaus

3.6.1 VVSK:n toiminta

Vikavirtasuojakytkin on kehitetty lisäämään turvallisuutta tilanteissa, joissa kosketaan suoraan jännitteistä osaa tai joissa sähkölaitteen vian vuoksi sen kosketeltavat osat ovat tulleet jännitteiseksi. Vikavirtasuojan avulla voidaan myös estää vikaantuneiden laitteiden aiheuttamaa palovaaraa. Se valvoo eristysvikoja ja katkaisee mahdolliset liian suuret vuotovirrat automaattisesti. /18/

Osa kuormaan menevästä virrasta voi kulkeutua esimerkiksi jännitteiseen osaan koskettaneen ihmisen kautta maahan (sähköisku) tai viallisen laitteen suojamaadoitetun osan kautta. Vikavirtasuojakytkimen toiminta edellyttää, että virtapiirissä on erilliset nolla- ja suojajohtimet (TN-S –järjestelmä). /18/

3.6.2 Vikavirtasuojakytkimia koskevat määräykset

Mitoitusvirraltaan enintään 30mA vikavirtasuojan käyttöä pidetään vaihtojännitejärjestelmissä lisäsuojauksena, joka toimii perussuojauksen ja/tai vikasuojauksen vioissa tai kun käyttäjä on varomaton. Vikavirtasuojien käyttöä ei hyväksytä yksinomaisena suojausmenetelmänä eikä se poista tarvetta käyttää jotain SFS 6000 luvuissa 411-414 määriteltä suojausmenetelmää /9, s. 20/.

Tasasähkökomponenttien mahdollinen esiintyminen vikavirrassa voi vaikuttaa vikavirtasuojan toimintaan ja se pitää ottaa huomioon valittaessa vikavirtasuojan tyyppiä.

Vikavirtasuojia on olemassa seuraavia tyyppejä: /19, s. 6/

- tyypin AC vikavirtasuoja, vain vaihtosähkömuotoisille vikavirroille
- tyypin A vikavirtasuoja, vaihtosähkömuotoisille ja pulssimaista tasasähköä oleville vikavirroille
- tyypin B vikavirtasuoja, vaihtosähkömuotoisille ja pulssimaista tasasähköä tai tasoitettua tasasähköä oleville vikavirroille tai yhdistelmävirroille
- tyypin F vikavirtasuoja vaihtosähkömuotoisille ja pulssimaista tasasähköä oleville vikavirroille tai yhdistelmävirroille

/19, s. 6/

Vikavirtasuojat voivat toimia heti tai olla aikahidastettuja. Vikavirtasuojassa voi olla yksi tai useampia asetteluarvoja toimintavirralla. /19, s. 6/

Vikavirtasuojan pitää kytkeä pois kaikki suojaamassaan piirissä olevat jännitteiset johdot. Kuitenkin vikavirtasuojat, jotka eivät kytke nollajohdinta ovat sallittuja TN-S- ja TN-C-S-järjestelmissä, joissa syöttöjärjestelmän olosuhteet ovat sellaiset, että nollajohtimen voidaan katsoa olevan maan potentiaalissa. Jos generaattorijärjestelmä on asennettu vikavirtasuojan kuormituksen puolelle, tämän vikavirtasuojan on kytkettävä nollajohdin. Tyypin AC vikavirtasuojia ei saa käyttää Suomessa. /19, s. 6/

On huolehdittava siitä, ettei monen samaan piiriin kytketyn laitteen samanaikainen käyttö aiheuta vikavirtasuojan tahatonta toimimista. Ryhmän 1 ja 2 lääkintätiloissa, joissa tämän kohdan mukaan vaaditaan vikavirtasuojia, on käytettävä A- tai B-tyypin vikavirtasuojia ottaen huomioon mahdollisten vikavirtojen tyypit /1, s. 8/.

TN-Järjestelmässä:

Ryhmän 1 lääkintätilojen enintään 32A ryhmä johdoissa on käytettävä vikavirtasuojaa, jonka mitoitus toimintavirta on enintään 30mA. /1, s. 8/

Ryhmän 2 lääkintätiloissa (lukuun ottamatta lääkintä IT-järjestelmää) seuraavien ryhmien suojaamiseen saa käyttää mitoitusvirraltaan enintään 30mA vikavirtasuojalla toteutettua syötön automaattista poiskytkentää. /1, s. 18/.

- Kiinteiden leikkauspöytien liikuttamiseen tarvittavien piirien syöttö
- Röntgenlaitteiden syöttö (koskee pääasiassa siirrettäviä röntgenlaitteita, jotka tuodaan ryhmä 2 tilaan)
- Mitoitusteholtaan yli 5 kVA laitteiden syöttö
- Ei-kriittisten sähkölaitteiden (laitteet, jotka eivät ole elintoimintoja ylläpitäviä) syöttö

/1, s. 18/.

Suositellaan, että kaikkien jännitteisten johtimien eristystason varmistamiseksi TN-S-järjestelmää valvotaan vikavirtavalvontajärjestelmällä /1, s. 8/.

Jokaisessa mitoitusvirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla suojatussa ryhmäjohdossa pitää kiinnittää huomiota vikavirtasuojalla syötettyjen pistorasioiden kokonaislukumäärään. Suositellaan, että jokainen lääkintätilan pistorasioita syöttävä ryhmäjohto suojataan omalla vikavirtasuojallaan /1, s. 15/.

3.7 Vikavirtavalvontajärjestelmä

Vikavirtavalvontalaitteet eivät ole suojalaitteita, mutta niitä voidaan käyttää valvomaan sähköasennuksen vikavirtoja. Vikavirtavalvontalaitteet tuottavat äänisignaalin tai ääni- ja näkösignaalin, kun ylitetään etukäteen aseteltu vikavirran arvo /9, s. 5/. Suositellaan, että kaikkien jännitteisten johtimien eristystason varmistamiseksi TN-S-järjestelmää valvotaan vikavirtavalvontajärjestelmällä /1, s. 8/.

TN-S-järjestelmän eristystilan valvonta voidaan toteuttaa vikavirtavalvontajärjestelmällä, jossa on vaihe ja nollajohtimen virtatasapainoa valvoo jakokeskuksen syöttöjohtoon asennettu sum mavirtamuuntaja ja sen toisiopiiriin kytketty valvontayksikkö. Vikavirtavalvontajärjestelmästä saadaan täysi hyöty ainoastaan silloin, kun sen hälytykset viedään valvottuun paikkaan ja sen ilmoittamat viat korjataan viipymättä /1, s. 27/.

4 TARKASTUSTEN SUORITTAMINEN

4.1 Syötönvaihtoautomaatiikka

SFS 6000-7-710 velvoittaa syötönvaihtoautomaatiikan toimintakokeen suorittamista 12 kuukauden välein. ST-korteissa 96.03.01-96.03.06 annettujen ohjeellisten tarkastusvälien suosittama tarkastusväli on 6 kuukautta.

Syötönvaihtoautomaatiikan toimintakoe tulee suorittaa aina valmistajan ohjeiden mukaisesti. Seuraavaksi mainitut testit ovat esimerkkejä Schneiderin syötönvaihtoa koskevasta materiaalista, jossa käsitellä kahden eri syötönvaihtolaitteen testaustapa. Materiaali mainitsee kaksi eri tyyppistä ohjainta BA ja UA. /7, s. A19-A21/

BA-ohjain on yksinkertaisempi ja tarkoitettu yksinkertaiseen syötönvaihtoon. Ohjaimen toiminta on riippuvainen normaalin syötön jännitteestä, jonka perusteella se vaihtaa tarvittaessa syötön.

UA-ohjain toimii samalla periaatteella, mutta siinä on enemmän toimintoja syötönvaihdon suhteen mm. generaattorin käynnistys syötönkatkon tapahtuessa. /20/

Manuaalinen testaus:

BA-ohjain voidaan testata manuaalisesti katkaisemalla (avaamalla) P25M-katkaisija ”normaalille” syötölle simuloiden vikaa jännitteessä Un.

Automaattinen testaus:

UA-ohjaimessa on Test-painike, joka siirtää syötön normaalilta syötöltä korvaavalle syötölle. Testi kestää noin 3 minuuttia.

4.2 Eristystilan valvontalaitteet ja lääkintä IT-järjestelmä muuntajan ylikuormitusvalvontalaitteiden toimintakoe

Velvoittava SFS 6000-7-710 mukainen tarkastusväli on 12 kuukautta. ST-korttien antamassa esimerkissä tarkastusväli on myös 12 kuukautta.

Porin Terveystalolla on käytössä NORATEL Finland Oy:n toimittama Lääkintä IT-järjestelmä, jonka käyttöohjeita, sekä yritykseltä saamaani materiaalia on käytetty esimerkkitarkastusten tekemiseen. Huomioitavaa on, että tarkastuskäytännöt saattavat vaihdella laitteistokohtaisesti, joten tarkastukset ja mittaukset on ensisijaisesti tehtävä

valmistajan tai laitetoimittajan ohjeiden mukaisesti. Tarkastuksen suorittaminen on käsitelty tarkemmin läpi tämän dokumentin liitteenä olevassa varsinaisessa työssä.

4.3 Suojalaitteet ja niiden asettelu

SFS 6000-7-710 velvoittama tarkastusväli on 12 kuukautta. ST-korttien antamissa esimerkkitarkastusväleissä ei ole suoranaisesti mainittu kyseistä toimenpidettä, mutta se on todennäköisesti osana suojalaitteiden tarkastusta, jonka aikaväliksi on ilmoitettu 12 kuukautta.

Tarkastellaan suojalaitteiden asetteluarvot ja verrataan niitä olemassa olevien piirustusten, dokumenttien tai suunnitelmien arvoihin ja todetaan niiden olevan paikkansapitäviä. Jos dokumentoinnissa ja laitteiden asetteluarvoissa on eroa, on varmistuttava selektiivisyyden toteutumisesta.

On syytä kiinnittää huomiota:

- Muuttuneisiin laitteistoihin, jotka saattavat vaikuttaa suojauksen selektiivisyyden toimintaan.
- Varavoimajärjestelmien selektiivisyys tulee tarkastella erikseen, sillä varavoimajärjestelmä ei välttämättä kykene tuottamaan samoja tehoja kuin sähköverkko.
- Dokumenttien ajantasaisuuteen.

Suojalaitteiden asettelun silmämääräistä tarkastusta käsitellään tarkemmin tämän työn liitteenä olevassa työssä.

4.4 Potentiaalintasaukset

4.4.1 Lisäpotentiaalintasauksen mittaus

SFS 6000-7-710 Velvoittaa tarkastamaan mittaamalla lisäpotentiaalintasauksen toiminnan 6 vuoden välein. Jos suojajohtimien jatkuvuutta valvotaan jatkuvalla mittauksella, lisäpotentiaalintasaukseen käytettyjen suojajohtimien määräaikaismittauksen määräväli voi olla pitempi, esim. 12 vuotta.

Tässä tarkastuksessa käsitellään pelkästään lisäpotentiaalintasausjohtimien mittaus, sekä siihen liittyvät arvot. Mittalaite-esimerkkinä on käytetty Fluke 165X-sarjan laitteen manuaalia. Mittausesimerkkinä on käytetty Maadoituskirjasta löytyvää ohjetta suojajohtimien resistanssin mittaukselle.

Lisäpotentiaalintestausmittauksen yhteydessä voidaan samalla suorittaa liitosten silmämääräinen tarkastus.

SFS 6000-7-710 määrittelee mittauksen raja-arvon seuraavasti:

Ryhmän 2 lääkintätiloissa suojajohtimien ja liitosten yhteenlaskettu resistanssi lisäpotentiaalintasauskiskon ja pistorasioiden tai kiinteästi asennettujen laitteiden suojaliittimien tai muiden johtavien osien välillä ei saa olla suurempi kuin $0,2 \Omega$ /1, s.10/

Muissa tiloissa raja-arvoja ei ole määritelty mutta ne ovat yleensä luokkaa $0-2\Omega$ /14, s. 148/

Tarkastuksen suorittaminen on käsitelty tarkemmin läpi tämän dokumentin liitteenä olevassa varsinaisessa työssä.

4.4.2 Potentiaalintasauksen liitosten tarkastus

SFS 6000-7-710 velvoittaa potentiaalintasauksen liitokset tarkastettavaksi 6 vuoden välein. ST- korttien esimerkkitarkastuksissa määräväli on 3-5 vuotta riippuen liitosten sijainnista.

Liitokset tarkastetaan:

- Hoitoalueella ja -tiloissa
- Keskuksilla olevissa potentiaalintasauskiskoissa
- Tilojen lähetyvillä olevissa lisäpotentiaalintasauskiskoissa

Liitoksien tarkastusta käsitellään tarkemmin tämän dokumentin liitteenä olevassa työssä.

Tarkastetaan, että liitokset on tehty oikein varusteiden ja menetelmin sekä toteutettu niitä mahdollisesti koskevien erityisohjeiden mukaisesti. /21, s. 13/

Tarkastetaan liitokset mahdollisten vaurioiden varalta.

Varmistetaan, että sähkölaitteiden sekä johdotusten ja liitosten luokse on helppo päästä myös myöhempää tarkastusta tai muuta toimenpidettä varten. /21, s 13/

Tarkastus suoritetaan esimerkiksi testaamalla keskuksissa mekaanisesti johdinliitoksia sekä mittaamalla kosketuksettomalla lämpömittarilla tai lämpökameralla liittimien ja komponenttien lämpötiloja. /21, s. 64/

4.5 Varavoimajärjestelmät

Laitteistot vaihtelevat kohteittain. Laitteiden vaihtelevuuden vuoksi yksityiskohtaisempien tarkastusohjeiden ja esimerkin luominen on hankalaa. Monet valmistajat ja toimittajat suosittelevat huoltosopimuksen tekemistä, joka kattaa tarkastukset. Alalla on myös toimijoita, joiden erikoisalana on varavoimajärjestelmien tarkastaminen, huolto ja koestus.

4.6 Vikavirtasuojaus

SFS 6000-7-710 velvoittaa tarkastamaan vikavirtasuojauksen toiminnan VVSK:n omalla testipainikkeella 12 kuukauden välein ja testaamaan VVSK:n toiminnan mittaamalla 6 vuoden välein. ST-korttien esimerkeissä määräväliksi on annettu 1 vuosi, jolloin suoritetaan sekä testipainikkeella testaus, että mittaust.

Testipainikkeella koestaminen ja mittausten suorittaminen käydään tarkemmin läpi tämän dokumentin liitteenä olevassa työssä.

4.7 Vikavirta- ja valvontajärjestelmä

Vikavirta- ja valvontajärjestelmät vaihtelevat paikkakohtaisesti ja niiden tarkastus suoritetaan, joko valmistajan/toimittajan ohjeiden mukaisesti, tai ulkopuolisen toimijan toimesta.

5 YHTEENVETO

Työ oli mielenkiintoinen ja paikoitellen erittäin haastava. Osa tarkastettavista kohteista tuli minulle uutena asiana ja osa vaati muistin virkistystä. Tiedon kerääminen

tapahtui pääasiassa SFS 600-1 standardin ja Sähköinfon (ST-kortisto) kautta. Muutamat tarkastukset mm. varavoiman tarkastuksien ohjeistuksen tekeminen ja suunnittelu oli hankalaa, sillä laitteistot vaihtelevat tapauskohtaisesti ja silloin myös mahdollisesti tarkastustoimenpiteiden suorittaminen vaihtelee myös. Olin yhteydessä useisiin yrityksiin ja toimijoihin työni tiimoilta. Ikäväkseni huomasin, että suurimpaan osaan tiedusteluitani ei vastattu tai reagoitu mitenkään ja tämä hankaloitti työtäni vielä enemmän. Tämän johdosta osa tarkastuksista on suositeltu tehtäväksi ulkopuolisen toimijan kautta, jolla on riittävä kokemus ja taito asiasta. Myös monet valmistajat suosittelivat heidän omien palvelujensa käyttämistä, mikä on ymmärrettävää kilpailukykyisen yrityksen ylläpitämiseksi. Lopputuloksena syntyi ohjeistus, joka on tämän työn liitteenä. Ohjeistus sisältää yleiset ohjeet tarkastusten tekemiseksi ja siksi ne ovat jääneet osittain hieman pintapuolisiksi. Halua olisi ollut tehdä tarkemmat tarkastusohjeet, mutta se olisi johtanut lähes loputtoman eepoksen tuottamiseen.

Kiitokset haluan sanoa ohjaavalle opettajalle Jorma Tuomelalle, Suomen Sähkökunnossapito Oy:n edustajalle Antti Laineelle ja opiskelutoveri Aleksi Pirttimäelle kannustuksesta tämän työn kanssa.

LÄHTEET

/1/ SFS 6000-7-710 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-710: Erikoistilojen ja –asennusten vaatimukset. Lääkintätilat. Sesko Ry. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS Ry. Vahvistettu 13.8.2012

/2/ Autio Isto 2003. Sähkölaitteiston hoito ja kunnossapito. ST-kortti 96,01. Espoo: Sähkötieto Ry

/3/ Sähköturvallisuuslaki. 2016. 16.12.2016/1135

/4/ SFS 6000-6 Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset. Sesko Ry. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS Ry. Vahvistettu 13.8.2012

/5/ Autio Isto 2002. Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laadinta. ST-kortti 96,02. Espoo: Sähkötieto Ry

/6/ Pienjännitekojeet. Kytkimet Vaihtokytkimet, ohituskytkimet ja nokkakytkimet. ABB Oy [Verkkoesite]. Viitattu 12.4.2017. https://library.e.abb.com/public/a20f20bed6b8d7b8c1257584003af096/OT_OETL2FI06_10.pdf

/7/ Source changeover systems. Schneider Electric 2015 [Verkkoesite]. Viitattu 12.4.2017. http://77.221.237.111/flipbooks/Source_changeover_systems_-_Catalogue_2015/content/LVPED211022EN_WEB2.pdf

/8/ SFS 6000-1 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. Sesko Ry. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS Ry. Vahvistettu 13.8.2012

/9/ SFS 6000-4-41 Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-41: Suojausmenetelmät Suojaus sähköiskulta. Sesko Ry. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS Ry. Vahvistettu 13.8.2012

/10/ Säisä Timo 2016. Kiinteistön sähköverkon suojauksen selektiivisyys. ST-kortti 51,13. Espoo: Sähkötieto Ry

/11/ Poikonen Pasi 2013. Ohje lääkintätilojen sähköasennuksiin. ST-kortti 53,79. Espoo: Sähkötieto Ry

/12/ Nurmi Tapani 2012. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalin tasaukset. ST-kortti 53,21. Espoo: Sähkötieto Ry

/13/ Tiainen Esa 2012. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry

/14/ Tiainen Esa 2014. Maadoituskirja. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry

/15/ Reinikainen Ville 2009. Hyvä asennustapa sähkö- ja teletöissä. ST-käsikirja 34. Espoo: Sähkötieto ry

/16/ Hakanen Pertti 2005. Varmennetut sähköjakelujärjestelmät. ST-käsikirja 20. Espoo: Sähkötieto ry

/17/ Tummauori Juha 2010, UPS-järjestelmän käyttö, ylläpito ja huolto. ST-kortti 96,32. Espoo: Sähkötieto ry

/18/ Vikavirtasuojat. Ensto [Verkkajulkaisu]. Viitattu 20.3.2017.

<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1204792797383/1210594480264/1210594518400/1210595439547.html>

/19/ SFS 6000-5-53. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-53: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Erottaminen, kytkentä ja ohjaus. Sesko Ry. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS Ry. Vahvistettu 13.8.2012

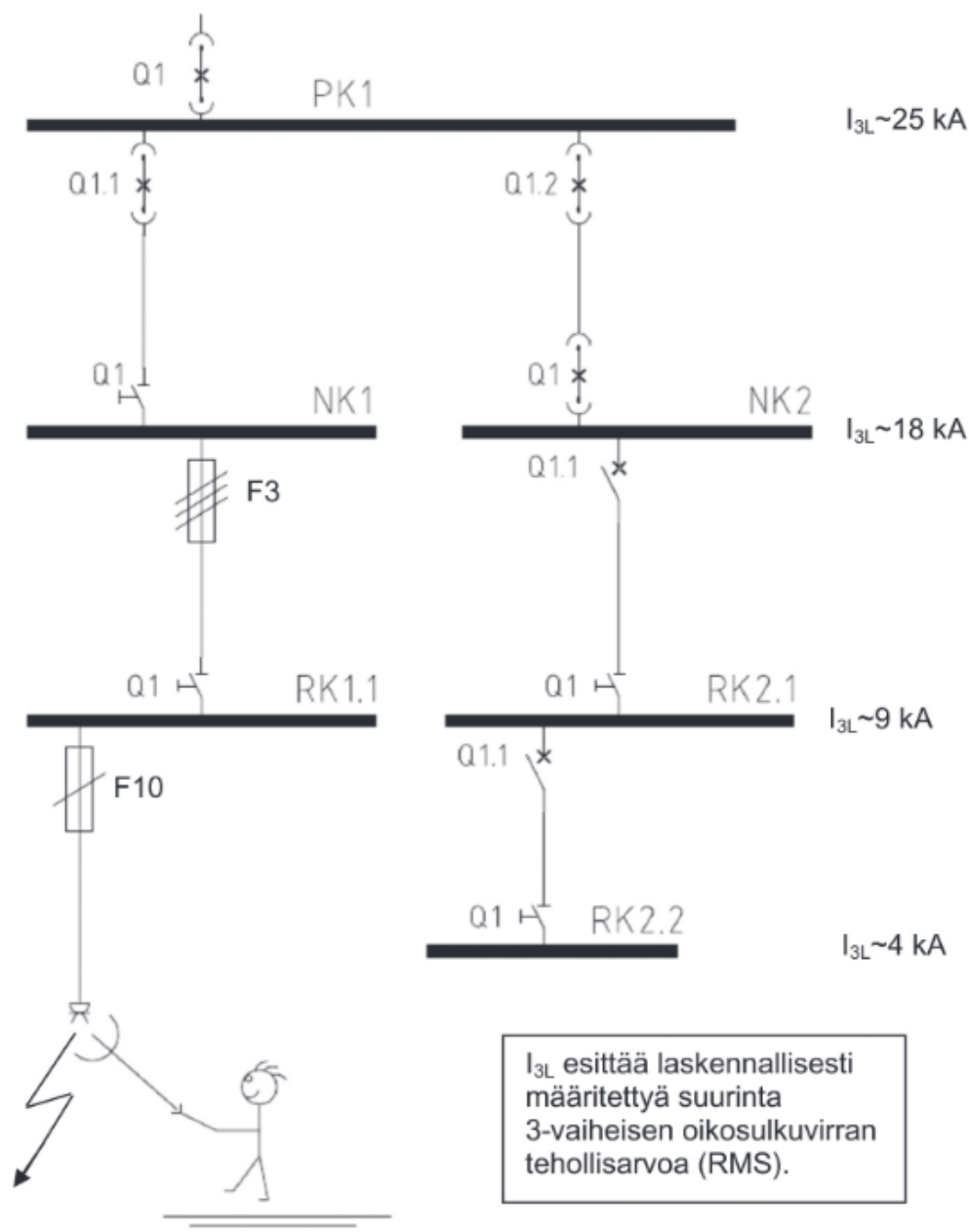
/20/ Technical FAQs. Schneider Electric [Verkkajulkaisu]. Viitattu 12.4.2017.

<http://www.schneider-electric.com/eg/en/faqs/FA175570>

/21/ Kauppila Jenna 2012. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. ST-käsikirja 33. Espoo: Sähkötieto ry

Selektiivisyys

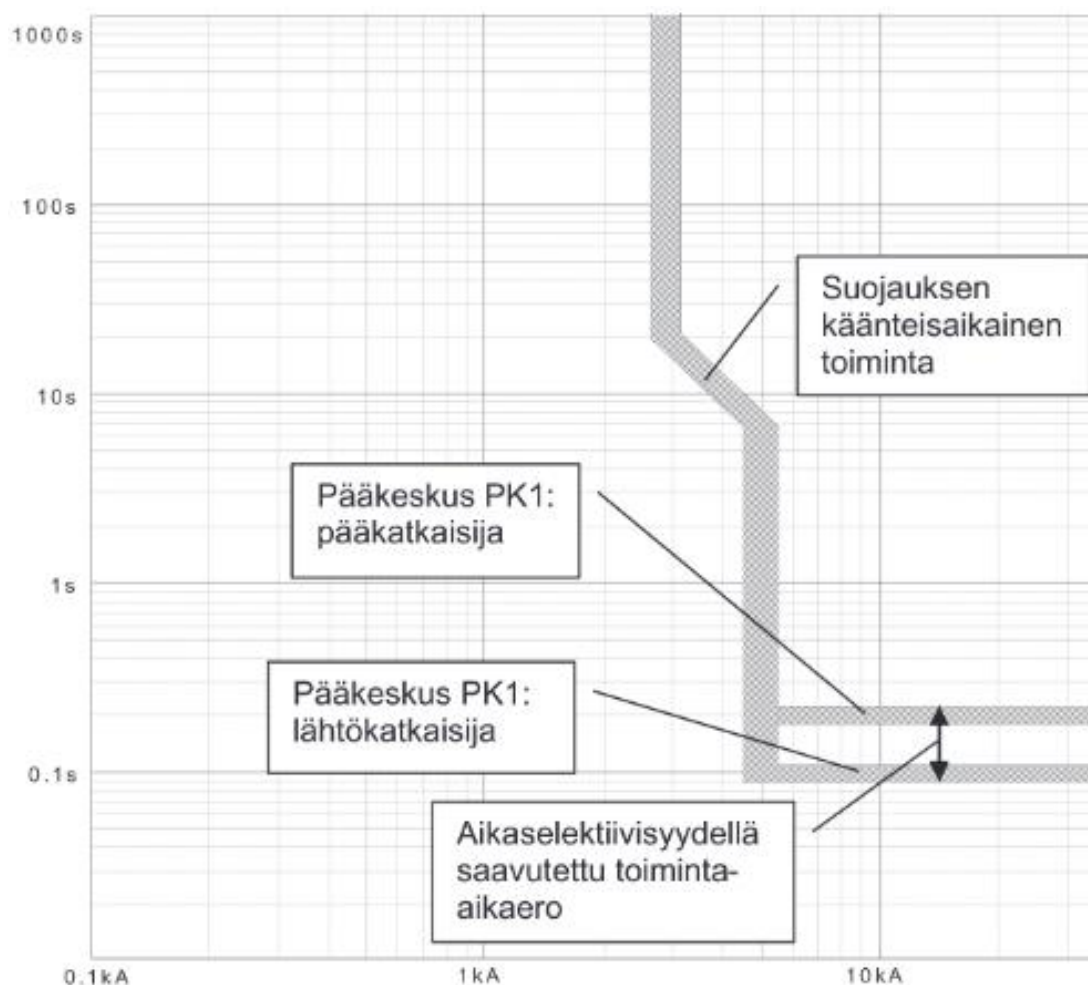
Vikavirta kulkee ryhmäjohtoa suojaavan sulakkeen F10, nousukeskuksen lähtösulakkeen F3 ja pääkytkimen, pääkeskuksen lähtökatkaisijan ja pääkatkaisijan kautta. Selektiivisessä suojauksessa suojat on valittu ja aseteltu niin, että vain vikapaikan edessä oleva ryhmä johdon suoja (F10) toimii, eli sulake palaa. Nousukeskuksen, pääkeskuksen tai muiden rinnakkaisten lähtöjen suojauksen ei pidä esimerkin tilanteessa toimia. /10, s. 2/



Esimerkkikuva selektiivisyydestä ja suojauksen toimintaperiaatteista. /10, s. 2/

Aikaselektiivisyys

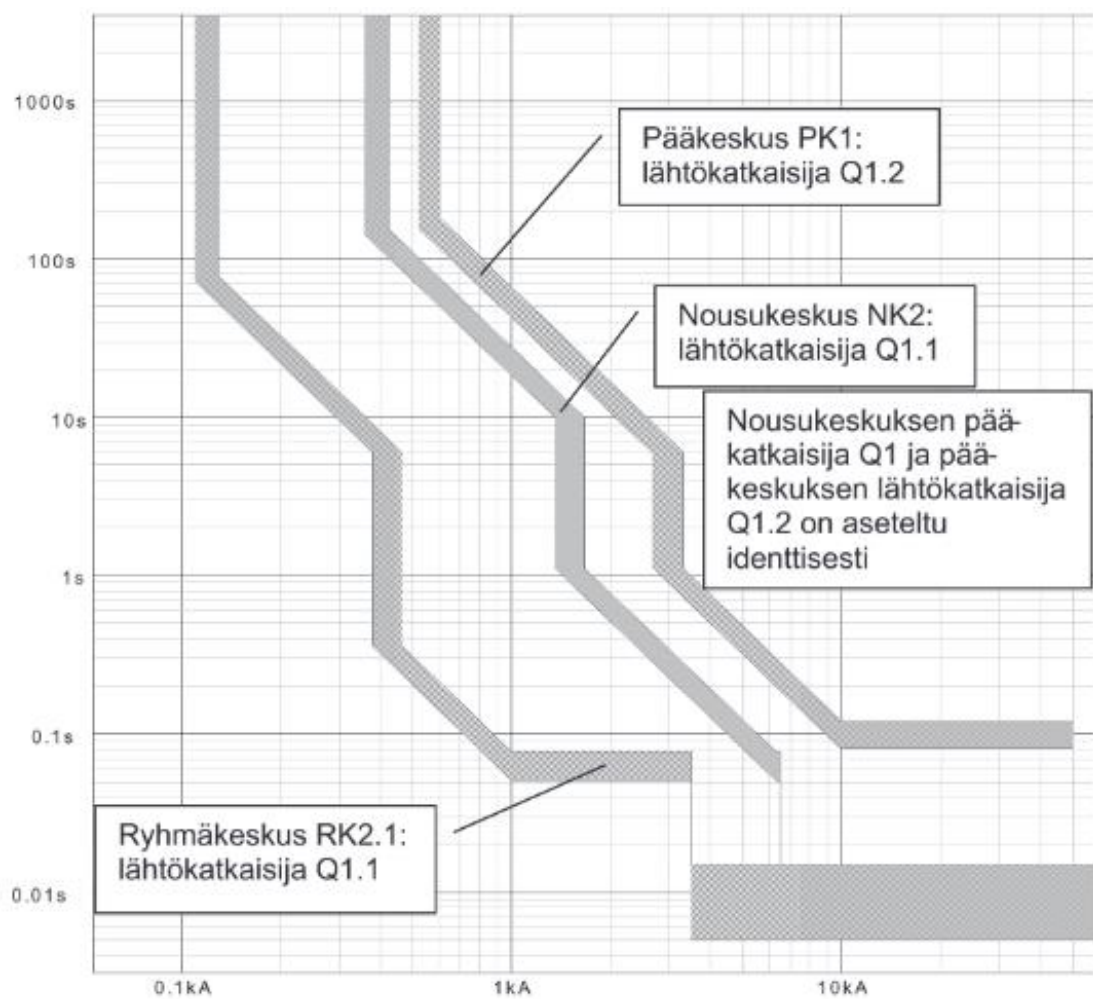
alla esitetään liitteen 1 tilanne ylivirtasuojien toiminta käyrinä. Kuvassa on näytetty pääkeskuksen pääkatkaisijan sekä lähtökatkaisijan toiminta käyrät. Jos vika esimerkiksi tapahtuu pääkeskuksen ja nousukeskuksen välisellä virtatiellä (kaapeliyhteys), niin tällöin pääkatkaisijan (Q1) ja saman keskuksen lähtökatkaisijan (Q1.1) välinen toiminta-aikaero takaa selektiivisen toiminnan. Toiminta-aikaero on aikaansaatu sopivilla releasetteluilla. Koska vikavirran suuruutta ei pystytä ennakolta määrittämään, niin sarjassa olevien suojien toiminta-aikojen on oltava koko vikavirta-alueeltaan riittävästi erisuuret. Graafisesti tarkasteltuna tämä tarkoittaa sitä, että jakelussa ylimpänä olevan suojan tulee olla toiminta käyrältään myös virta-aika (I, t)-koordinaatistoon piirrettynä ylimpänä. Jos vikavirta on esimerkkitilanteessa n. 10 kA, on katkaisijoiden välillä tällöin toiminta-aikaeroa toleransseista riippuen noin 40–170 ms. Pääkatkaisijaa on siis hidastettu lähtökatkaisijaa enemmän. /10, s. 2/



Esimerkkikuva aikaselektiivisyydestä, ylivirtasuojien toimintakäyrät /10, s. 3/

Virtaselektiivisyys

Esimerkiksi kuvan 1 tilanteessa on useita katkaisijoita peräkkäin ja niiden selektiiviseksi saaminen edellyttää aikaselektiivisyyden lisäksi virtaselektiivisyyden hyödyntämistä. Kuvassa on esitetty suojausketju pääkeskuksen PK1 lähtökatkaisijalta (Q1.2) ryhmä keskukseen RK2.2 saakka. Kun laskennan perusteella tiedetään vikavirtatasot verkon eri osissa, joista kuvaan 1 on merkitty maksimitilanteen oikosulkuvirrat (RMS), voidaan esimerkkitalanteen katkaisijat valita ja asetella sen mukaan. /10, s. 3/



Esimerkkikuva virtaselektiivisyydestä, ylivirtasuojien toimintakäyrät /10, s. 4/

LIITE 4

Lääkintätila	Ryhmä			Luokka	
	0	1	2	≤ 0,5 s	> 0,5 s ≤ 15 s ^c
1 Hierontahuone	X	X			X
2 Potilashuone		X			X
3 Synnytyssali		X		X ^a	X
4 EKG-, EEG-, EMG-huoneet		X			X
5 Tähystyshuone		X ^b		X	X ^b
6 Tutkimus- ja toimenpidehuone		X		X ^d	X
7 Urologiahuone		X ^b		X	X ^b
8 Röntgentutkimus- ja sädehoituhuone		X			X
9 Vesihoituhuone		X			X
10 Kuntoutushuone		X			X
11 Anestesiatiila			X	X ^a	X
12 Leikkaussali			X	X ^a	X
13 Valmisteluhuone		X	X	X ^a	X
14 Kipsaussali		X	X	X ^a	X
15 Heräämö		X	X	X ^a	X
16 Sydäncatetointihuone			X	X ^a	X
17 Tehostetun hoidon huone			X	X ^a	X
18 Angiografihuone			X	X ^a	X
19 Dialyysihuone		X			X
20 Magneettikuvaushuone (MRI)		X		X	X
21 Isotooppikuvaushuone		X			X
22 Keskola			X	X ^a	X
23 Tarkkailuhuone			X	X	X
^a Valaisimet ja elintoimintoja ylläpitävät sähkökäyttöiset lääkäintäilaitteet, jotka tarvitsevat syötön 0,5 sekunnissa tai lyhyemmässä ajassa. ^b Jos ei ole leikkaussali. ^c Sairaaloitten ja vastaavien laitosten ulkopuolisissa ryhmän 1 lääkäintäiloissa ei ole välttämätöntä asentaa ollenkaan varavoimajärjestelmiä, jos sähkönsyötön katkeaminen ei vaaranna toimintojen lopettamista ja tilojen evakuoimista. Katso kohta 710.560.9 ja viite d. ^d Yksittäisissä lääkärin, hammaslääkärin tai silmälääkärin vastaanottohuoneissa, fysioterapiahuoneissa ja vastaavissa riittää akkukäyttöinen valaisin, jonka avulla toimenpiteet voidaan lopettaa turvallisesti.					

Esimerkkiluettelo lääkäintäiloista ja niiden luokittelusta. /1, s.22/

Lääkintätilojen kunnossapitotar- kastusten suorittaminen

Johdanto

Tässä materiaalissa käsitellään lääkintätilojen kunnossapitotarkastusten suorittamista lääkintätilastandardi SFS 6000-7-710 velvoittavien tarkastusten osalta.

On tärkeää huomata, että ensisijaisesti tarkastukset ja mittaukset suoritetaan valmistajan tai laitetoimittajan ohjeiden mukaisesti. Alla käydyt tarkastus-, mittaus- ja muut esimerkit ovat suurimmilta osin yksittäisen laitevalmistajan tai toimittajan antamia ohjeistuksia ja ne eivät välttämättä sovellu muiden valmistajien tai toimittajien laitteiden tarkastuksiin suoraan.

Tässä työssä esitetyt määrävälit ovat SFS 6000-7-710 osalta velvoittavia vähimmäisvälejä, mutta joissain tapauksissa on syytä suorittaa tarkastuksia useammin kohteen vaativuuden mukaan. Laitevalmistaja tai toimittaja voi suositella tarkastuksia suoritettavaksi tiheämmin, mitä standardi velvoittaa. Tällaisessa tapauksessa on syytä käyttää valmistajan antamia ohjeita mm. Takuu- ja vastuuasioiden vuoksi. Tarkastustoimenpiteiden ja niiden määrävälien arviointi suoritetaan jokaiseen kohteeseen erikseen.

Ennen mittauksien ja tarkastusten suorittamista, sekä niiden aikana on varmistuttava myös siitä, että:

- Noudatetaan yleisiä työturvallisuusohjeita
- Toimenpiteet eivät aiheuta vaaraa työn tekijälle, ulkopuoliselle tai laitteille suoraan tai välillisesti
- Käytettävät mittalaitteet ja välineet ovat toimintakuntoisia sekä toimenpiteisiin soveltuvia
- Mittauksien ja toimenpiteiden suorittajalla on riittävä osaaminen ja pätevyys kyseiseen toimintaan
- Jos laitteet antavat hälytyksen muualle (esim. valvomoon), on laitteiden testauksesta syytä ilmoittaa etukäteen ja varmistua hälytyksen toimiminen myös muualla kuin tarkastettavassa kohteessa

Sisältö

SYÖTÖNVAIHTOAUTOMATIIKAN TOIMINTAKOE.....	49
ERISTYSTILAN VALVONTALAITTEIDEN JA LÄÄKINTÄ IT- JÄRJESTELMÄN MUUNTAJAN YLIKUORMITUSVALVONTALAITTEIDEN TOIMINTAKOE.....	52
Eristystilan valvontalaitteiden toimintakoe	52
Eristystesti.....	53
Lääkintä IT-järjestelmän muuntajan ylikuormitusvalvontalaitteiden toimintakoe	53
Kuormavirtatesti	54
Eristystesti.....	54
Lämpötilatesti	55
Muita testejä	55
Hälytyspaneelin toiminnan testaus	55
Vaihtokytkentälaitteen testaus	57
SUOJALAITTEIDEN ASETTELUN TARKASTUS SILMÄMÄÄRÄISESTI.....	59
POTENTIAALINTASAUKSET	60
Lisäpotentiaalintasauksen mittaus	60
Mittauksen periaatteita ja yleistä ohjeistusta	60
Esimerkkimittaus Fluke 165X-sarjan laitteella.....	62
Liitosten tarkastus aistinvaraisesti	62
POLTTOMOOTTORIKÄYTTÖISTEN VARAVOIMAJÄRJESTELMIEN TOIMINTAKOE	63
AKUSTOKÄYTTÖISTEN VARAVOIMAJÄRJESTELMIEN TOIMINTAKOE..	64
POLTTOMOOTTORIKÄYTTÖISTEN VARAVOIMAJÄRJESTELMIEN KUORMITUSKOE.....	65
AKUSTOKÄYTTÖISTEN VARAVOIMAJÄRJESTELMIEN KUORMITUSKOE	66
VIKAVIRTASUOJIEEN TOIMINNAN TARKASTUS.....	67
Testi-painikkeella	67
Yleisten vaatimusten mukaan.....	67
VIKAVIRTAVALVONTAJÄRJESTELMÄN TOIMINNAN TESTAUS JA SÄÄTÖ	70

SYÖTÖNVAIHTOAUTOMATIIKAN TOIMINTAKOE

Tarkastusväli:

- Enintään 12 kuukautta (Velvoittava)

Tarkastustoimet

- Tarkastetaan syötönvaihdon toiminta joko simuloimalla vikatila tai suorittamalla laitteen oma testi (mikäli laitteessa on kyseinen mahdollisuus)
- Silmämääräisesti todetaan laitteen olevan toimintakuntoinen ja sillä olevan hyvät toimintaolosuhteet
 - o Laitteessa ei näy ulkoisia vaurion merkkejä (liiallinen lämpötila, korrosio yms.)
 - o Laite ei ole likaantunut tai sellaisessa tilassa, mikä saattaa aiheuttaa toimintaan häiriöitä

Esimerkkitarkastus (kts. myös Lääkintä IT-järjestelmän yhteydessä käsitelty syötönvaihtolaitteen toiminnan testaus)

Esimerkissä on käytetty Schneider Electricin ohjemateriaalista löytyneitä tarkastusvaihtoehtoja BA- ja UA-syötönvaihto-ohjaimille.

BA-ohjain:

- Avataan P25M piiri, joka simuloi vikatilannetta syöttöjännitteessä
- Syötön pitäisi tämän jälkeen vaihtua varasyötölle

UA-Ohjain

- Ohjaimessa on oma testipainike, jota painamalla ohjain siirtää syötön normaalilta syötöltä varasyötölle, jonka jälkeen se palauttaa laitteen jälleen normaalisyötölle.
- Testi kestää noin 3 minuuttia

Tarkasteltavat asiat

- Syötön vaihto toimii normaalisti
 - o Laitteen on kytkettävä syöttö tilaluokitusta vastaavassa ajassa
 - o Syöttö siirtyy normaalista syötöstä varasyötölle ja takaisin
- Voidaan samalla tarkastaa silmämääräisesti laitteen ulkoinen kunto ja käyttöolosuhteet
 - o Mekaaninen kunto
 - o Käyttöolosuhteiden puhtaus
 - o Käyttölämpötila yms.

Syötönvaihtoautomatiikan toiminta-ajoista ja syöttökohteista:

Enintään 0,5 s kytkeytymisajan omaavat varavoimalaitteet

- Leikkaussalivalaisimet
- Lääkintäsähkölaitteet, joissa on käytön kannalta muita välttämättömiä valaisimia, esim. Tähystysvalaisimia mukaan luettuna niihin liittyvät välttämättömät laitteet esim. Monitorit

- Kriittiset elämää ylläpitävät lääkintälaitteet. Jos lääkintälaitte sisältää akkuvarmennuksen tai muun varajännitelähteen, laitteet voidaan liittää syöttöön, jonka kytkeytymisaika on enintään 15 s.

Enintään 15 s kytkeytymisaajan omaavat varavoimajärjestelmät:

- Poistumisvalaistus ja varavalaistus
 - o Varavoimajärjestelmien generaattorien kytkintilat ja normaalin syötön ja varavoimajärjestelmän syöttöjen pääkeskustilat
 - o Välttämättömiin tukitoimintoihin käytetyt tilat
 - o Keskitettyjen palohälytys- ja ilmoitinlaitteiden sijoituskohdat
 - o Ryhmien 1 ja 2 lääkintätilat

Varavoimajärjestelmien syöttöjen luokittelu

Luokka 0 (ei katkoa) Automaattinen syöttö ilman katkoa

Luokka 0,15 (hyvin lyhyt katko) Automaattinen syöttö 0,15 s kuluessa

Luokka 0,5 (lyhyt katko) Automaattinen syöttö 0,5 s kuluessa

Luokka 15 (keskipitkä katko) Automaattinen syöttö 15 s kuluessa

Luokka >15 (pitkä katko) Automaattinen tai käsin ohjattu syöttö yli 15 s kuluessa

Esimerkki tilojen luokittelusta ja varavoiman tarpeesta

Lääkintätila	Ryhmä			Luokka	
	0	1	2	≤ 0,5 s	> 0,5 s ≤ 15 s ^c
1 Hierontahuone	X	X			X
2 Potilashuone		X			X
3 Synnytyssali		X		X ^a	X
4 EKG-, EEG-, EMG-huoneet		X			X
5 Tähystyshuone		X ^b		X	X ^b
6 Tutkimus- ja toimenpidehuone		X		X ^d	X
7 Urologiahuone		X ^b		X	X ^b
8 Röntgentutkimus- ja sädehoitohuone		X			X
9 Vesihoitohuone		X			X
10 Kuntoutushuone		X			X
11 Anestesiahuone			X	X ^a	X
12 Leikkaussali			X	X ^a	X
13 Valmisteluhuone		X	X	X ^a	X
14 Kipsaussali		X	X	X ^a	X
15 Heräämö		X	X	X ^a	X
16 Sydänkatetrointihuone			X	X ^a	X
17 Tehostetun hoidon huone			X	X ^a	X
18 Angiografiahuone			X	X ^a	X
19 Dialyysihuone		X			X
20 Magneettikuvaushuone (MRI)		X		X	X
21 Isotooppikuvaushuone		X			X
22 Keskola			X	X ^a	X
23 Tarkkailuhuone			X	X	X

^a Valaisimet ja elintoimintoja ylläpitävät sähkökäyttöiset lääkintälaitteet, jotka tarvitsevat syötön 0,5 sekunnissa tai lyhyemmässä ajassa.

^b Jos ei ole leikkaussali.

^c Sairaaloiden ja vastaavien laitosten ulkopuolisissa ryhmän 1 lääkintätiloissa ei ole välttämätöntä asentaa ollenkaan varavoimajärjestelmiä, jos sähkönsyötön katkeaminen ei vaaranna toimintojen lopettamista ja tilojen evakuoimista. Katso kohta 710.560.9 ja viite d.

^d Yksittäisissä lääkärin, hammaslääkärin tai silmälääkärin vastaanottohuoneissa, fysioterapiahuoneissa ja vastaavissa riittää akkukäyttöinen valaisin, jonka avulla toimenpiteet voidaan lopettaa turvallisesti.

ERISTYSTILAN VALVONTALAITTEIDEN JA LÄÄKINTÄ IT-JÄRJESTELMÄN MUUNTAJAN YLIKUORMITUSVALVONTALAITTEIDEN TOIMINTAKOE

Esimerkkiohjeistus on otettu NORATEL yhtiön valmistamasta IMED® Secure Cabinet® järjestelmän käyttö ohjeesta ja se koskee vain kyseistä laitetta/laitteistoa.

Laitteistoon sisältyy:

- IMED Secure®TrafoGuard
 - o Valvoo lääkinällisen muuntajan eristystä kuormavirtaa ja lämpötilaa
- IMED Secure®IsoLocator
 - o 16-kanavainen maavikojen valvontalaite.
 - o Valvoo kaikkien lähtöjohdinten eristysvastusta virtamuuntajien avulla.
- IMED Secure®AlarmPanel
 - o Ryhmän 2 sisäpuolelle asennettu laite, joka antaa lääkintähenkilökunnalle tietoa vikatilanteista
- IMED Secure®SwitchoverUnit
 - o Vaihtokytkentälaite, joka tunnistaa, missä verkoissa on jännitettä ja kytkee seuraavaan verkkoon alle 0,5 sekunnissa
 - o Ohjaa muuntajatilän kontakteja
- IMED Secure®GateWay
 - o N-CAN-väylän kautta muista IMED-Secure-laitteista tietoja vastaanottava valvontalaite

Eristystilan valvontalaitteiden toimintakoe

Tarkastusväli:

- Enintään 12 kuukautta (Velvoittava)

Tässä kohdassa käsitellään IMED Secure®IsoLocator laitteen testejä.



Eristystesti

Eristystestin voi tehdä seuraavalla tavalla: Käyttämällä pistoketta, jonka maan ja vaiheen väliin liitetään 47 k Ω :n vastus. Kunkin johtimen (pistorasian) voi helposti testata liittämällä pistokkeen siihen.

- IsoLocatorin on välittömästi annettava hälytys, ja näytössä tulee olla johdintasolla ohjelmoitu teksti.
- Myös keltaisen hälytysvalon tulee vilkkua.
- Näin testataan kaikki lähtöliitännät (pistorasiat).
- Jotta tällaisten pistokkeiden kanssa saataisiin täyshälytys, kaikkien kanavien tulee olla käytössä (enabled) ja niihin tulee olla asetettuna arvo 0.500 mA.

Pistotulpalla suoritettava testi on suoritettava erityistä varovaisuutta noudattaen, sillä toinen vika laitteistossa saattaa katkaista sähkönsyötön.

(Mikäli järjestelmästä lähtee hälytys- tai varoitusviesti erilliseen valvomoon tai vastaavaan tarkastetaan samalla myös hälytyksen saapuminen valvomoon)

Lääkintä IT-järjestelmän muuntajan ylikuormitusvalvontalaitteiden toimintakoe

Tarkastusväli:

- Enintään 12 kuukautta (Velvoittava)

Tässä kohdassa käsitellään IMED Secure®TrafoGuard laitteen testejä.



Kuormavirtatesti

Kuormavirtatestin voi tehdä seuraavalla tavalla; riippuen siitä, onko keskus kuormitettu vai ei.

Siirry valikkokohtaan SETUP – ALARM ja aseta kuormavirran arvot seuraaviksi:
Esihälytys: 2 A Hälytys: 4 A.

Käytä esimerkiksi yhden johtimen kohdalla 1500 W:n kuormaa tasolla 1 (750W). Tällöin näytöllä on esihälytys ja myös keltainen hälytysvalo ”VAROITUS ! Suuri kuorma”

Aseta kuorma tasolle 2. Näyttöön tulee teksti ”HÄLYTYS! Ylikuorma” ja keltainen hälytysvalo vilkkuu.

Muista asettaa hälytystasot takaisin alkutilanteen mukaisiksi.

Mikäli taulu on käytössä, siirry ensin valikkokohtaan VIEW – ISO RESISTANCE ja lue arvo. Aseta sitten kohdan SETUP - ALARM arvo hieman tätä arvoa suuremmaksi ja tee testi edellä kuvatulla tavalla.

(Mikäli järjestelmästä lähtee hälytys- tai varoitusviesti erilliseen valvomoon tai vastaavaan tarkastetaan samalla myös hälytyksen saapuminen valvomoon)

Eristystesti

Eristystestin voi tehdä seuraavalla tavalla: Käyttämällä pistoketta, jonka maan ja vaiheen väliin liitetään 47 k Ω :n vastus. Kunkin johtimen (pistorasian) voi helposti testata liittämällä pistokkeen siihen.

- TrafoGuardin on välittömästi annettava hälytys, ja näytössä tulee olla teksti ”Maavika”
- Keltaisen hälytysvalon on vilkuttava.

Esihälytyksen testaamiseksi vastuksen on oltava yli 50 k Ω .

Pistotulpalla suoritettava testi on suoritettava erityistä varovaisuutta noudattaen, sillä toinen vika laitteistossa saattaa katkaista sähkönsyötön.

Lämpötilatesti

Lämpötilatestin voi tehdä seuraavalla tavalla; riippuen siitä, onko keskus kuormitettu vai ei.

Siirry valikkokohtaan SETUP – ALARM ja aseta lämpötilan arvot seuraaviksi:

Esihälytys): 24°C

Hälytys: 25 °C

Käytä esimerkiksi yhden johtimen kohdalla 1500 W:n kuormaa tasolla 1 (750W). Tällöin tulee esihälytys, kun lämpötila saavuttaa asetetun arvon. Hälytys näkyy näytöllä ja keltainen hälytysvalo ”VAROITUS! Korkea lämpötila”

Aseta kuorma tasolle 2. Näyttöön tulee teksti ”HÄLYTYS! Lämpötilahälytys” ja keltainen hälytysvalo vilkkuu. Muista asettaa hälytystasot takaisin alkutilanteen mukaisiksi.

Mikäli keskus on käytössä, siirry ensin valikkokohtaan VIEW – TEMPERATURE ja lue arvo. Aseta sitten kohdan SETUP - ALARM arvo hieman tätä arvoa suuremmaksi ja tee testi edellä kuvatulla tavalla.

(Mikäli järjestelmästä lähtee hälytys- tai varoitusviesti erilliseen valvomoon tai vastaavaan tarkastetaan samalla myös hälytyksen saapuminen valvomoon)

Muita testejä

Hälytyspaneelin toiminnan testaus

Tarkastusväli:

- Lääkintätilastandardi SFS 6000-7-710 ei velvoita määrävälejä tälle tarkastukselle
- Laitevalmistajan tai toimittajan ohjeiden mukaisesti tai
- Huolto- ja kunnossapitosuunnitelman mukaisesti

Tässä kohdassa käsitellään IMED Secure®AlarmPanel laitteen toiminnan testausta.



Toimintatestin voi tehdä seuraavalla tavalla: Pidä TEST-painiketta pohjassa 2 sekunnin ajan. Tällöin laite etsii kaikki järjestelmään kytketyt yksiköt. Mikäli kaikki on kunnossa, näyttökuva on alla olevan kaltainen.



Laitteen GateWayn IP-osoitteen saa näkyviin pitämällä kaiutinpainiketta pohjassa 5 sekunnin ajan. Kuva alapuolella.



Normaalitoimintaan voi palata painamalla uudelleen TEST-painiketta.

Vaihtokytkentälaitteen testaus

Tarkastusväli:

- Enintään 12 kuukautta (Velvoittava)

Tässä kohdassa käsitellään IMED Secure®SwitchoverUnit laitteen toiminnan testausta.



Kuva 7

Toimintatestin voi tehdä seuraavalla tavalla: HUOMAUTUS! Testi tulee suunnitella yhdessä lääkäntähenkilökunnan kanssa. Näytössä näkyy, onko käytettävissä kaksi vai kolme verkkoa (Kuva 1). Muuntajatilaa näiden verkkojen eteen on asennettu kuormakytkimet, joissa on merkinnät B1, B2 ja mahdollisesti B3 (Kuva 2). Kun B1 kytetään pois käytöstä, laite kytkee verkkoon 2 (Kuva 3). Mikäli käytettävissä on vielä yksi verkko, ja B2 kytetään pois käytöstä, laite kytkee verkkoon 3.



Kuva 10



Kuva 9



Kuva 8

Kun kytkin B1 otetaan taas käyttöön, laite kytkee automaattisesti takaisin verkkoon 1, joka on ensisijainen verkko. Mikäli käytettävissä on vain kaksi verkkoa, näyttö on Kuva 4 kaltainen. Laitteet on ohjelmoitu vaihtamaan verkkoa, mikäli pääverkon jännite laskee alle 190 V AC.

SUOJALAITTEIDEN ASETTELUN TARKASTUS SILMÄMÄÄRÄISESTI

Tarkastusväli:

- Enintään 12 kuukautta (Velvoittava)

Tarkastellaan:

- Verrataan dokumentaatiossa ilmoitettuja suojalaitteita käytettyihin suojalaitteisiin
 - o Sijainti
 - o Asetteluarvot
- Keskuksissa varmistetaan, että asennetut suojalaitteet ovat suunnitelmien mukaisia. Jos on käytetty suunnitelmasta poikkeavia laitteita, on varmistettava, että niiden ominaisuudet ovat sopivia.
- Suojalaitteet ja niiden asetteluarvot ovat oikeat tarkoitukseen, johon ne on asennettu
- Samalla voidaan tarkastaa pintapuolisesti suojalaitteiden kunto
 - o Merkkejä korroosiosta, liasta, lämmöstä, yms.

POTENTIAALINTASAUKSET

Jokaisessa ryhmän 1 ja 2 tilassa on tehtävä lisäpotentiaalintaus.

Potentiaalintasaukseen on liitetty siihen kuuluvat osat, laitteet ja vastaavat

- Ryhmä 1
 - o Suojamaadoitusjohtimet
 - o Muut johtavat osat (Vesi-, lämpö-, ilma-, viemä-, kaasu-, ja imujärjestelmien putkistot, jos ne ulottuvat hoitoalueelle)
 - o Häiriökenttien suojaukset, jos sellaisia on asennettu
 - o Johtavien lattioiden metalliverkot, jos sellaisia on asennettu
 - o Erotusmuuntajan mahdollinen metallinen sähköinen suoja
- Ryhmä 2
 - o Kaikki ryhmä 1 kohdassa mainitut sekä sen lisäksi
 - o esim. laitteiden ripustamiseen tarkoitetut kiskot ja leikkaussalivalaisimien ja kattokeskusten rungot.

Lisäpotentiaalintasauksen mittaus

Tarkastusväli:

- Enintään 6 vuotta (Velvoittava)
- Mikäli suojajohtimien jatkuvuutta valvotaan jatkuvalla mittauksella aikaväli voi olla pidempi esimerkiksi 12 vuotta

Mittaus suoritetaan lisäpotentiaalintasauskiskon ja pistorasioiden tai kiinteästi asennettujen laitteiden suojaliittimien tai muiden johtavien osien välillä.

Ryhmän 2 lääkintätiloissa suojajohtimien ja liitosten yhteenlaskettu resistanssi lisäpotentiaalintasauskiskon ja pistorasioiden tai kiinteästi asennettujen laitteiden suojaliittimien tai muiden johtavien osien välillä ei saa ylittää $0,2\Omega$.

Mittauksen periaatteita ja yleistä ohjeistusta

- Mittaukset on tehtävä kattavasti mitattavan ryhmän jokaisesta asennuksesta, eikä vain esimerkiksi ketjutetun asennuksen viimeisestä pisteestä.
- Mittaukset tehdään jännitteettömässä laitteistossa
- TN-S järjestelmässä nollajohdin tulee olla irrotettuna mittauksen aikana maan potentiaalista
 - o nolla- ja suojamaadoitusjohdin on erotettava toisistaan
- Mittajohtimien resistanssi on kompensoitava tai vähennettävä mittaustuloksesta

- Suositellaan ensimmäisen mittauksen tekemistä mittapäiden välillä, jolloin huomataan kompensoinnin olevan onnistunut tai saadaan ainakin muistutus, että resistanssi tulee vähentää mittaustuloksista.
- Mittausliitosten kuntoon tulee kiinnittää huomiota, sillä pienikin ylimenovas-tus voi vaikuttaa mittaustulokseen.
 - Riittävästi erilaisia mittapäitä
 - Jos mittapää vaihdetaan kesken mittausten, mittajohtimet on syytä kompensoida uudestaan tai mitata uudestaan niiden aiheuttama resis-tanssi.
- Lyhyillä mittausrakenteilla mitta-apujohtimen käyttö on helpoin tapa
 - Mitta-apujohtimen resistanssi on kompensoitava tai mittaustuloksesta.
- Pidemmällä mittausetäisyyksillä voidaan käyttää yhtä vaihejohtinta
 - Apujohtimen resistanssin on kompensoitava tai vähennettävä.

Esimerkkimittaus Fluke 165X-sarjan laitteella

1. Käänä kiertokytkin R_{LO} -asentoon.
2. Käytä L- ja PE-liittimiä (punainen ja vihreä) tähän testiin.
3. Ennen jatkuvuustestin suorittamista oikosulje testijohtimien päät yhteen ja paina ja pidä Z painettuna kunnes Z (NOLLA) -ilmoitin tulee näyttöön. Testeri mittaa koettimen vastuksen, tallentaa lukeman muistiin ja vähentää sen lukemista. Vastusarvo pysyy muistissa, vaikka virta katkaistaan, joten toimintoa ei tarvitse toistaa joka kerta instrumenttia käytettäessä.
4. Paina ja pidä alhaalla T kunnes lukema vakaantuu ja testeri piippaa. Testi estetään, jos piirissä on virtaa, ja vaihtovirtajännite näkyy toissijaisessa (alemmassa) näytössä.

Mittauksesta kirjataan, jokaisesta mittauksesta ylös resistanssi ja sen todetaan

1. Olevan pieni
 - a. Ryhmän 2 lääkintätiloissa alle $0,2\Omega$ (velvoittava)
 - b. Normaalisti luokkaa $0-2\Omega$
2. Linjassa edeltävien mittausten kanssa, mikäli sellaisia on tehty
3. On myös mahdollista tarkastella samasta piiristä mitattujen resistanssien arvoja ja varmistaa että niissä ei esiinny suuria selittämättömiä eroja.

Mittauksien lisäksi voidaan samalla kiinnittää silmämääräisesti huomiota liitoksiin ja niiden kuntoon.

Liitosten tarkastus aistinvaraisesti

- Liitöntöjen ja liitosten kunto voidaan arvioida samalla aistinvaraisesti:
 - o Luoksepäästävässä
 - o Merkittyjä
 - o Helposti nähtävissä
 - o Helposti yksittäin irrotettavissa.
 - o Hyvin tehtyjä ja asennettuja
 - o Hyväkuntoisia (ei merkkejä liiasta lämpenemisestä, korroosiosta tai vastaavasta)

POLTTOMOOTTORIKÄYTTÖISTEN VARAVOIMAJÄRJESTELMIEN TOIMINTAKOE

Tarkastusväli:

- Enintään 1 kuukausi (Velvoittava)

Tarkastustoimet ja koekäyttö tulee suorittaa valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Tarkastustoimet:

Polttomoottoria käytetään, kunnes saavutetaan käyttölämpötila.

Tarkasteltavat asiat:

- Polttomoottori ja generaattori toimivat vaatimusten mukaisesti
- Ei ilmene ongelmia tai normaalista poikkeavaa käyttäytymistä
 - o esim. kolinaa, käynnin pätkimistä, yms.

HUOM! Varavoimalaitteistojen tarkastukset on mahdollista suorittaa ulkopuolisen toimijan avulla. Monet laitevalmistajat ja toimittajat tarjoavat kyseisiä palveluita laitteilleen.

AKUSTOKÄYTTÖISTEN VARAVOIMAJÄRJESTELMIEN TOIMINTAKOE

Tarkastusväli:

- Enintään 12 kuukautta (Velvoittava)

Tarkastustoimet:

- Kytetään varavoimajärjestelmä päälle ja todetaan sen toimivan normaalisti

Tarkasteltavat asiat:

- Varavoimajärjestelmä toimii normaalisti

HUOM! Varavoimalaitteistojen tarkastukset on mahdollista suorittaa ulkopuolisen toimijan avulla. Monet laitevalmistajat ja toimittajat tarjoavat kyseisiä palveluita laitteilleen.

POLTTOMOOTTORIKÄYTTÖISTEN VARAVOIMAJÄRJESTELMIEN KUORMITUSKOE

Tarkastusväli:

- Enintään 12 kuukautta (Velvoittava)

Tarkastustoimet:

- Järjestelmää kuormitetaan 50%-100% mitoitustehosta ja todetaan sen toiminta mittaamalla normaaliksi

Tarkasteltavat asiat:

- Mittausten tulokset vastaavat laitevalmistajan /-toimittajan ilmoittamia arvoja
- Voidaan tarkastella seuraavia arvoja
 - o Teho
 - o Tehokerroin
 - o Nimellisvirta
 - o Nimellisjännite

HUOM! Varavoimalaitteistojen tarkastukset on mahdollista suorittaa ulkopuolisen toimijan avulla. Monet laitevalmistajat ja toimittajat tarjoavat kyseisiä palveluita laitteilleen.

AKUSTOKÄYTTÖISTEN VARAVOIMAJÄRJESTELMIEN KUORMITUSKOE

Tarkastusväli:

- Enintään 3 vuotta (Velvoittava)

Tarkastustoimet:

- Akustoa puretaan joko erilliseen kuormaan tai laitteiston varmistamaan todelliseen kuormaan
- Akustoa tulisi purkaa vähintään 20% kapasiteetista tulosten luotettavuuden takaamiseksi
- Akustoa ei ole syytä purkaa yli 50% kapasiteetista, jotta säilytetään kyky turvata sähkönsyöttö kokeen jälkeen
- Akustoa purettaessa kirjataan ylös säännöllisin väliajoin akuston
 - o virta
 - o kokonaisjännite
 - o mahdollisuuksien mukaan yksittäisten kennojen / akkujen jännitteet
- Samanaikaisesti voidaan myös tarkastaa liitosten kunto jännitehäviö- tai lämpötilamittauksella

Tarkasteltavat asiat:

- Verrataan mittaustulosten olevan yhtenevät
 - o Akuston valmistajan ilmoittamien nimellisarvojen kanssa
 - o Edellisten mittausten tulosten kanssa

HUOM! Varavoimalaitteistojen tarkastukset on mahdollista suorittaa ulkopuolisen toimijan avulla. Monet laitevalmistajat ja toimittajat tarjoavat kyseisiä palveluita laitteilleen.

VIKAVIRTASUOJIEN TOIMINNAN TARKASTUS

Alla olevat testitavat ovat lääkintästandardin velvoittamat tarkastukset ja mittaukset. Laitevalmistaja saattaa antaa yksityiskohtaisempia tarkastusohjeita ja suositella myös muita tarkastusmetodeita käytettäväksi.

Testi-painikkeella

Tarkastusväli:

- Enintään 12 kuukautta (Velvoittava)

Testaus:

1. Tarkasta että vikavirtasuoja on I tai ON asennossa.
2. Paina testipainiketta
3. Vikavirtasuojan pitäisi laukea
 - Laukeamattomuuden syitä voivat olla piirin jännitteettömyys tai viallinen vikavirtasuoja
4. Aseta vikavirtasuoja takaisin I tai ON asentoon
5. Mitataan Jännite vaiheen ja nollajohtimen välillä
 - Tällä varmistetaan piirin toimintakunto testauksen jälkeen

Tarkasteltavat asiat:

- Vikavirtasuojakytkin laukeaa välittömästi testipainiketta painettaessa
- Vikavirtasuojakytkin saadaan palautettua ”yhellä kertaa” I tai ON asentoon.

Pöytäkirjaan:

- Laitteen nimi-, sijainti- ja tunnistetiedot ja/tai muut vastaavat
- Vikavirtasuojakytkimen toiminta (Toimii/Ei toimi)
- Huomautukset / epänormaali toiminta

Yleisten vaatimusten mukaan

Tarkastusväli:

- Enintään 6 vuotta (Velvoittava)

Testaus:

Ensisijaisesti toiminnan testaus mittalaitteella suoritetaan mittalaittevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Mittalaitteen tulee täyttää riittävät standardit. Mittauksissa mitataan sekä vikavirtasuojan toiminta-aika, että toimintavirta. Mittalaitteen toimivuus on varmistettava ennen mittauksia.

Mittaus voidaan suorittaa joko pistotulppaliittimellä, jolloin tulee varmistettua myös suojajohtimen ja vaihejohtimen jatkuvuus. Tämä mittaustapa vaati enemmän työtä, koska vikavirtasuoja on käytävä tarkastamassa ja virittämässä jokaisen mittauksen jälkeen.

Mittaus voidaan suorittaa myös suoraan keskuksen riviliittimiltä, jolloin mittauksien teko on helpompaa ja nopeampaa.

Yleiset ohjeet toimintavirran mittaamiseen:

1. Valitse oikea mittaustapa (Vaihtelee laitekohtaisesti)
 - Mittaustoiminto (esim. Fluke 165X-sarjassa IΔN)
 - Vikavirtasuojan virran nimellisarvo
 - Vikavirtasuojan tyyppi
 - Testivirran vaihe (0° tai 180° Testaus tulisi suorittaa molemmilla vaiheasetuksilla)
2. Suoritetaan mittaus (painamalla mittalaitteesta sen suorittavaa painiketta)
3. Kirjataan ylös mittalaitteen antamat arvot

Tarkasteltavat asiat:

- Laukaisuvirran tulee olla välillä 50%-100% vikavirtasuojakytkimen nimellislaukaisuvirrasta (esim. 30mA vikavirtasuojalla 15-30mA)
- Vikavirtasuoja tulee laueta yllä mainitulla välillä ja se tulee kyetä virittämään uudestaan

Pöytäkirjaan:

- Laitteen nimi-, sijainti- ja tunnistetiedot ja/tai muut vastaavat
- Laukaisuvirta
- Huomautukset / epänormaali toiminta

Yleiset ohjeet laukaisuajan mittaamiseen:

1. Valitaan oikea mittaustapa
 - Mittaustoiminto (esim. Fluke 165X-sarjassa ΔT)
 - Vikavirtasuojan virran nimellisarvo
 - Vikavirran testikerroin
 - Vikavirtasuojan tyyppi
 - Testivirran vaihe (0° tai 180° Testaus tulisi suorittaa molemmilla vaiheasetuksilla)
2. Suoritetaan mittaus (painamalla mittalaitteesta sen suorittavaa painiketta)
3. Kirjataan ylös mittalaitteen antamat tulokset

Tarkasteltavat asiat:

- Vikavirtasuojan tulee laueta tietyssä ajassa (alla olevassa esitettyssä taulukossa ovat SFS 6000-4-41 määrittelemät poiskytkentäajat

Järjestelmä	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$ s		$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$ s		$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$ s		$U_0 > 400 \text{ V}$ s	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	0,8	Huom. 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	Huom. 1	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1
<p>Jos TT-järjestelmässä poiskytkentä saadaan aikaan ylivirtasuojilla ja suojaava potentiaalintasaus on kytketty kaikkiin asennuksen muihin johtaviin osiin, voidaan käyttää TN-järjestelmän poiskytkentäaikoja.</p> <p>U_0 on nimellinen tasa- tai vaihtojännite äärijohtimesta maahan.</p>								
<p>HUOM. 1 Poiskytkentää voidaan tarvita muusta syystä kuin sähköiskulta suojaamiseen.</p> <p>HUOM. 2 Jos poiskytkentä toteutetaan vikavirtasuojan avulla, katso kohdan 411.4.4 huomautus, kohdan 411.5.3 huomautus 4 ja kohdan 411.6.4 b) huomautus 4.</p>								

Pöytäkirjaan:

- Laitteen nimi-, sijainti- ja tunnistetiedot ja/tai muut vastaavat
- Laukaisuaika
- Huomautukset / epänormaali toiminta

VIKAVIRTAVALVONTAJÄRJESTELMÄN TOIMINNAN TESTAUS JA SÄÄTÖ

Tarkastusväli:

- Enintään 6 vuotta (velvoittava)

Tarkastus ja säätö suoritetaan laitevalmistajan tai –toimittajan ohjeiden mukaisesti.